# COMPTE RENDU

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

### SÉANCE DU LUNDI 9 JANVIER 1860.

PRÉSIDENCE DE M. CHASLES.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

SÉRICICULTURE. — *Maladies des vers à soie.* — *Études sur les maladies actuelles des vers à soie; par* M. DE QUATREFAGES.

M. de Quatrefages présente le travail comprenant l'exposé des recherches auxquelles il s'est livré par suite de la mission qui lui avait été confiée en 1858 par l'Académie (1), et en lit le résumé suivant :

« Ce travail comprend deux parties distinctes.

» La première a pour objet l'étude du mal tel qu'il se présente dans les magnaneries. J'examine d'abord presque monographiquement trois vallées, celle du Vigan, celle de Valleraugue et celle de Saint-André-de-Valborgne. Cette comparaison sert à faire ressortir ce que le mal présente, soit de constant, soit de variable, selon les temps et les lieux. Je fais connaître ensuite quelques localités respectées jusqu'à l'époque de mon voyage. M'appuyant

---

(1) Ce travail est imprimé depuis près d'un an. La gravure des planches qui l'accompagnent en a seule retardé la publication. Il fait partie des *Mémoires de l'Académie*, mais il en a été fait un tirage à part, en vente dès aujourd'hui chez M. Victor Masson. Le travail relatif aux études de M. de Quatrefages pendant sa mission de 1859 s'imprime en ce moment et ne tardera pas à paraître.

sur un ensemble de faits, recueillis dans cent six magnaneries placées dans les conditions les plus diverses depuis les basses Cévennes jusque dans la haute Lozère, ainsi que sur des expériences comparatives, j'essaye de préciser la nature du mal et son mode d'action. J'aborde ensuite l'examen des causes qui ont pu donner naissance au mal, de celles qui ont dû en favoriser l'extension et en prolonger la durée. Enfin j'expose et discute, en m'appuyant toujours sur des faits et des expériences, les moyens, soit thérapeutiques, soit hygiéniques, qui me semblent les plus propres à combattre ce mal. Les notes et pièces justificatives nombreuses placées à la suite du Mémoire se rattachent pour la plupart à cette partie du travail. Dans des questions aussi débattues, j'ai cru ne pouvoir trop faciliter aux lecteurs les moyens de juger par eux-mêmes.

» La seconde partie est consacrée à l'étude de la *pébrine*, maladie non pas nouvelle, mais confondue jusqu'à présent avec la muscardine, bien qu'elle n'offre d'autre rapport avec cette dernière que la dessiccation, la momification des vers après la mort.

» Des trois vallées nommées plus haut, celles de Valleraugue et de Saint-André présentent des conditions générales à peu près identiques. Celle du Vigan diffère de l'une et de l'autre par sa composition géologique aussi bien que par sa disposition orographique. Les trois petites villes qui servent à les désigner sont d'ailleurs placées au-dessus de la mer, le Vigan à 224 mètres seulement, Valleraugue à 356, Saint-André à 422. L'invasion du mal fut néanmoins simultanée et tout se passa d'une manière identique dans les trois localités. En 1848, la récolte fut exceptionnellement bonne; en 1849, le mal éclata partout avec la même violence et la même généralité. Dans les trois vallées, un certain nombre de points, d'abord épargnés, furent successivement atteints les années suivantes. Il est d'ailleurs impossible d'expliquer par des conditions hygiéniques naturelles meilleures ou par une direction plus rationnelle des éducations, ces exemptions momentanées.

» Ici le caractère épidémique du mal se manifeste clairement. Quant au caractère de l'hérédité, on sait qu'il est aujourd'hui universellement reconnu.

» L'étude monographique de ces trois vallées m'a révélé un fait bien important au double point de vue de la science et de la pratique.

» En comparant d'une part les témoignages relatifs à ce qui s'était passé depuis l'invasion du mal dans les trois localités, et d'autre part ce que j'observais par moi-même en 1858, on arrivait à conclure que le mal, tout en conservant son double caractère épidémique et héréditaire, variait étran-

gement dans ses manifestations les plus apparentes. L'histoire de la maladie tracée par trois observateurs également exacts eût été totalement différente, et moi-même je voyais au Vigan les chambrées succomber par suite de maladies tout autres que celles que j'observais à Valleraugue, lesquelles différaient en même temps de celles qui sévissaient à Saint-André.

» Le mal présentait donc deux sortes de phénomènes, les uns constants, les autres variables. Pouvait-on les rapporter à une cause morbide unique? Évidemment non.

» La cause des phénomènes variables était facile à préciser. Dans les chambrées que je visitais, chez les vers malades qui remplissaient constamment mon cabinet, je retrouvais *toutes* les affections décrites par Cornalia. Seulement ces affections, qui d'ordinaire n'atteignent qu'un nombre d'insectes plus ou moins restreint, présentaient un développement tel, que des chambrées entières étaient détruites dans l'espace de quelques jours.

» Mais tous ces vers, de quelque maladie qu'ils fussent atteints, présentaient une particularité étrangère à l'affection qui, au premier abord, semblait seule les avoir atteints. Leur peau était plus ou moins couverte de taches noires. D'autre part je voyais une foule de vers succomber sans presenter d'autres symptômes que ces taches et un dépérissement graduel (1). Enfin je retrouvais ces mêmes taches chez les vers les plus sains en apparence. L'autopsie m'apprit bientôt que ces taches pouvaient exister dans tous les organes, dans tous les tissus, à tous les âges du ver. Partout je les voyais consister en une altération des tissus telle, que toute trace d'organisation disparaissait. Il était impossible de ne pas voir dans ces taches les symptômes caractéristiques d'une affection profonde atteignant l'organisme entier.

» Lorsque j'examinais à la loupe des vers prêts à monter, quelque beaux qu'ils parussent d'ailleurs à l'œil nu, je n'en trouvais *pas un seul* qui ne portât ces stigmates.

» J'avais donc sous les yeux, à côté des *maladies variables* et *locales* dont je parlais tout à l'heure, une *maladie véritablement universelle* et *constante*.

» Il est évident que je devais m'attacher d'une manière toute spéciale à l'étude de cette maladie. Je ne tardai pas à reconnaître :

---

(1) Cette particularité, qui s'était surtout présentée très-fréquemment en 1857, avait fait donner à cette affection les noms vulgaires de *taco* (tache), de *pébré* (poivre).

» 1°. Qu'elle existait indépendamment de toutes les autres, tandis que les autres étaient *toujours* accompagnées par elle;

» 2°. Qu'à elle seule elle suffisait pour faire périr les vers;

» 3°. Qu'elle les tuait très-lentement et pour ainsi dire peu à peu; de telle sorte qu'un grand nombre de vers atteints par elle pouvaient parfaitement filer leur cocon, mais périssaient ensuite, soit à l'état de chrysalide, soit à l'état de papillon;

» 4°. Que tout ver atteint par cette maladie et déjà affaibli par elle devenait de plus en plus apte à contracter toutes les autres maladies; de telle sorte qu'une chambrée prête à donner d'excellents produits, pouvait être entièrement détruite en deux ou trois jours par une maladie intercurrente quelconque;

» 5°. Que le développement de la maladie intercurrente s'explique à peu près constamment par quelque manque aux règles de l'hygiène;

» 6°. Que la nature de la maladie intercurrente est dans un rapport évident avec la nature des causes qui lui ont donné naissance et ont favorisé son développement.

» On voit comment j'ai été conduit à regarder le *mal* qui fait tant de ravages, non plus comme *une maladie unique*, ainsi qu'on l'avait dit jusque-là, mais comme une *complication de maladies*.

» On voit aussi que dans cette complication la pébrine joue le rôle d'élément invariable et constant. C'est donc à elle que doivent évidemment se rattacher les symptômes du mal qui présentent les mêmes caractères de constance et d'invariabilité. Il est pour moi bien démontré que la pébrine seule est épidémique et héréditaire. Les faits contenus dans le travail actuel et dans celui qui est sous presse ne laisseront, j'espère, aucun doute à cet égard.

» Cette manière d'envisager le mal que nous étudions rend facilement compte d'une foule de faits inexplicables lorsqu'on se place à tout autre point de vue. Un peu de réflexion suffit pour qu'on reconnaisse pourquoi le mal varie dans ses phénomènes les plus apparents, selon les temps et les lieux : c'est que les conditions générales ou locales n'étant pas les mêmes, les maladies intercurrentes ont varié dans le même rapport; pourquoi une chambrée qui avait admirablement réussi au point de vue industriel, ne donne que peu de papillons qui ne pondent eux-mêmes qu'une graine profondément viciée : c'est que l'absence de maladie intercurrente a permis aux vers de filer, mais que la pébrine dont ils étaient d'ailleurs tous atteints les a tués en partie et laissé les survivants transmettre aux œufs le germe de la maladie, etc.

» Mais les résultats que je viens d'exposer me semblent surtout avoir au point de vue pratique une importance bien réelle et sur laquelle je demande la permission d'insister.

» I. Et d'abord, puisque la pébrine agissant seule permet au ver, dans l'immense majorité des cas, de faire son cocon, les éducateurs ne doivent rien négliger pour mettre leurs chambrées à l'abri des maladies intercurrentes qui viennent compliquer le mal primitif, et qui presque toujours sont la cause immédiate de leurs désastres.

» Pour atteindre ce but, il est nécessaire que les sériciculteurs soient bien convaincus que TOUS *leurs vers sont malades ou sur le point de le devenir*. Ils comprendront alors que des précautions, pour ainsi dire exagérées en temps ordinaire, sont à peine suffisantes sous l'empire des conditions actuelles. Ils soigneront leurs vers comme on soigne un phthisique dont on veut prolonger l'existence, mais que la moindre imprudence, — qui eût été sans inconvénient pour un homme sain, — fait périr d'une maladie accidentelle bien avant le moment où la phthisie l'aurait tué si elle avait été seule à agir.

» II. La pébrine, l'élément fondamental du mal, étant héréditaire, il est de la plus haute importance de ne pas employer la graine provenant de vers qui en étaient atteints. L'inspection des vers au moment de la montée, l'examen des chrysalides et des papillons eux-mêmes permet de s'assurer de l'état sanitaire des producteurs, et par conséquent les graineurs ont un moyen certain de savoir sur quelles chambrées doit porter leur choix.

» Ici toutefois se présente une de ces questions de limites qu'une expérience répétée peut seule résoudre. Que la tache, même très-faible et très-rare, soit le signe d'une infection réelle, je crois que ce fait sera admis par tous ceux qui auront lu mes Mémoires ; qu'il y ait un rapport entre le plus ou moins de taches et la bonté de la graine produite, les faits recueillis dans mes deux missions le mettent encore complétement hors de doute ; mais qu'un ver ou un papillon *très-légèrement* taché ne puisse *jamais* produire de bonne graine, c'est ce que je n'oserais affirmer. Quelques faits semblent indiquer qu'au moins *pendant une génération* cette graine peut donner encore des résultats assez satisfaisants.

» Abstraction faite de ces cas mal déterminés où l'indécision est encore inévitable, je crois pouvoir tirer de l'ensemble de mes observations les conclusions suivantes :

» 1°. Chez les vers à soie à l'état de larve, la présence de taches visibles seulement à la loupe, mais multipliées; ou bien celle de taches beaucoup

plus rares, mais visibles à l'œil nu, annonce constamment une mauvaise graine

» 2°. Toutes choses égales d'ailleurs, chez les chrysalides les taches sont toujours beaucoup plus rares que chez les larves. La plus petite acquiert ici une valeur de pronostic bien plus considérable. Par conséquent toute chambrée dont les chrysalides se montreront en général même à peine tachées, devra être regardée comme ne pouvant donner que des graines viciées.

» 3°. Chez les papillons on ne peut guère explorer avec soin que les ailes. La moindre tache bien caractérisée doit donc être considérée comme indiquant un animal impropre à donner de la bonne graine (1).

» III. Le raisonnement indiquait et l'expérience a démontré que la *très-petite éducation* permet de lutter avec avantage contre l'influence épidémique actuelle. En se conformant strictement aux règles de l'hygiène dans l'élevage de ces chambrées spéciales, en épurant d'après les règles précédentes les produits qu'on en obtiendra, j'ai la conviction qu'on pourra produire sur place de la bonne graine, peut-être indéfiniment, à coup sûr pendant un certain nombre de générations successives.

» En comparant mes paroles d'aujourd'hui au Mémoire dont elles sont le résumé, on trouvera que je suis bien plus affirmatif ici que dans le travail lui-même. Cette différence tient à ce que ce travail était rédigé et *imprimé* avant les nouvelles observations que j'ai recueillies cette année. Je n'avais pu l'année dernière que soupçonner beaucoup de choses et observer des faits dont l'avenir seul devait me donner la signification. Mes convictions personnelles étaient, il est vrai, à peu près formées; mais tant qu'il me restait quelques doutes, j'avais dû observer une grande réserve que m'imposaient et la gravité des intérêts en jeu, et le rôle que je remplissais au nom de l'Académie. Cette réserve même donnera, je l'espère, plus de poids à mes affirmations actuelles, qui seront d'ailleurs justifiées par le travail qui s'imprime en ce moment.

» D'après la nature du mal, l'Académie doit comprendre que pour lutter

---

(1) Pour faire l'examen dont je parle ici, il est nécessaire d'employer une loupe plus forte que celles que j'ai trouvées entre les mains des quelques éducateurs qui s'en servent. Une loupe d'entomologiste à trois verres est généralement suffisante, et cet instrument se trouve chez tous les opticiens. Il faut encore acquérir l'habitude de s'en servir et celle de reconnaître la tache. Les planches qui accompagnent mon Mémoire seront utiles à consulter dans ce but.

contre lui je compte surtout sur l'hygiène. Elle sait néanmoins que je n'ai pas négligé le point de vue thérapeutique. On trouvera dans mon travail un exposé à peu près complet, je crois, de ce qui a été fait dans cette direction. J'ai donné entre autres le détail de mes expériences sur l'action du sucre, et le journal tenu jour par jour de l'essai que j'ai fait de cette substance dans des conditions entièrement industrielles. Je me bornerai à rappeler ici que le résultat obtenu, en tant que relatif, a été des plus encourageants. Un débris de chambrée a été partagé en deux lots, dont l'un a été nourri de feuille simple, l'autre de feuille saupoudrée de sucre. La quantité de cocons obtenue a été très-faible pour tous deux, ainsi qu'on devait s'y attendre; mais le second a cependant donné environ deux fois plus de cocons et d'une qualité meilleure que le premier. Le sucre a d'ailleurs manifestement hâté le coconnage, ce qui dans bien des cas peut être d'une utilité facile à comprendre.

» Pour ne pas abuser des moments de l'Académie, je n'ajouterai que quelques mots relatifs à la deuxième partie de mon travail.

» Après avoir reconnu la nature complexe du mal, je devais m'attacher d'une manière toute spéciale à l'étude de l'affection qui me paraissait en constituer l'élément fondamental. Dans ce but j'ai isolé et suivi très-attentivement des vers atteints de pébrine seule. J'ai noté les symptômes qu'ils m'ont présentés, j'en ai ouvert un grand nombre et constaté, je crois, d'une manière assez complète, la nature des désordres que présente l'organisme. Une étude semblable a été faite sur la chrysalide et sur le papillon. Toutefois, au sujet de ces deux derniers états du ver, je dois faire une remarque.

» Bien que la description des diverses maladies du ver à soie à l'état de larve laisse beaucoup à désirer, les symptômes généraux de la plupart d'entre elles sont suffisamment connus pour qu'on puisse distinguer les vers atteints de pébrine seule, sans complication au moins bien grave. Mais pour la chrysalide et le papillon il n'en est plus de même. On n'a guère cherché à savoir quelle est, à ces deux périodes de la vie, l'influence exercée sur l'insecte par la grasserie, la négrone, l'atrophie.... On ne s'est nullement inquiété des maladies nouvelles qui pouvaient se développer alors. Il résulte de là que, même en étudiant les papillons les plus tachés, on n'est jamais certain qu'une autre maladie n'est pas venue s'ajouter à la pébrine et que, dans l'énumération des symptômes on n'attribuera pas à cette dernière quelque particularité propre à une tout autre affection. A diverses reprises j'ai eu à faire le départ dont il s'agit. Je crois avoir réussi dans

quelques cas, mais dans plusieurs autres j'ai dû exprimer des doutes et faire des réserves.

» Qu'il me soit permis de dire encore quelques mots au sujet des planches qui accompagnent ce travail et en ont pendant si longtemps retardé la publication. La plupart des figures sont consacrées à reproduire les altérations produites par la tache dans les divers organes de la larve, de la chrysalide et du papillon. Toutes ont été dessinées par moi sous le contrôle à peu près incessant de sériciculteurs, c'est-à-dire sous les yeux des juges les plus intéressés à l'exactitude de mon travail. Il y a là, si je ne me trompe, une garantie sérieuse de la fidélité avec laquelle les objets ont été représentés. De plus la dernière planche est en entier consacrée à reproduire les altérations de couleur que le sang présente par suite de son exposition à l'air et de sa dessiccation. Elle démontrera, je crois, de la manière la plus positive, qu'on a beaucoup trop généralisé les résultats de quelques observations isolées. Quant à l'exactitude de mes teintes, on ne saurait la constester, car le graveur et le coloriste ont eu pour modèle les taches mêmes faites par le sang que j'avais déposé par gouttes d'épaisseur inégale sur des cartons où je le laissais sécher. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'hypothèse du milieu résistant; par* **M. Faye.**

« Je me suis proposé d'étudier successivement les hypothèses relatives à la constitution de l'espace circumsolaire, hypothèses destinées à rendre compte de trois ordres de faits très-importants; à savoir, les phénomènes des éclipses totales, la figure et l'accélération des comètes et le mouvement du périhélie de Mercure (1), à quoi l'on peut joindre encore la théorie dynamique de la chaleur et de la lumière solaires.

» Dans une Note antérieure, j'ai examiné l'hypothèse de l'atmosphère du Soleil. On a vu que cette opinion reposait en dernière analyse sur une loi que Laplace et ses contemporains assignaient à priori à l'émission de la lumière solaire, loi qui s'est trouvée en contradiction avec les faits et avec la physique actuelle (2). D'après cela l'emploi qu'on a fait de cette hypothèse

---

(1) Cette Note a été écrite pour la dernière séance, avant la communication qui a été faite par M. Le Verrier sur la belle découverte du docteur Lescarbault

(2) M. Roche m'écrit qu'il était déjà arrivé, il y a plusieurs années, à des conclusions semblables aux miennes sur la question de l'atmosphère solaire. Il avait reconnu la nécessité de substituer à la loi de Laplace une autre loi plus conforme aux faits et à l'état actuel de la science; il avait fait en outre la remarque curieuse qu'en adoptant les mesures photométriques

pour expliquer les phénomènes des éclipses semble manquer de base, et il nous reste à voir si les autres conceptions relatives à l'espace circumsolaire ne pourraient pas la remplacer. Je commencerai par le milieu résistant.

» Quelles que soient la rareté et la transparence dont on voudra doter ce milieu hypothétique, toujours est-il que, dans le voisinage immédiat du Soleil, l'illumination plus directe et plus intense de ses particules pourra donner lieu à une sorte de halo assez semblable à la couronne des éclipses. Si l'on n'a pas songé à lui faire jouer ce rôle, c'est que l'attention des astronomes s'est portée tout d'abord vers l'atmosphère du Soleil, dont l'existence paraissait hors de doute, mais au fond l'hypothèse d'un milieu cosmique se prête tout aussi bien et même beaucoup mieux à l'explication de ces curieux phénomènes.

» La couronne, par exemple, s'expliquerait beaucoup mieux dans cet ordre d'idées qu'avec une atmosphère solaire qu'il faudrait étendre outre mesure et violenter singulièrement pour lui faire produire les apparences notées par tous les observateurs. Les protubérances seraient produites par certaines parties plus condensées de ce milieu, et formant dans son sens des nuages cosmiques analogues à ceux dont M. Babinet a eu la première idée. Rien ne s'oppose jusqu'ici à ce que ces parties plus denses soient placées à une distance quelconque du Soleil, attendu la courte durée des observations et l'absence presque complète de mesures précises. Enfin le fait si extraordinaire de la visibilité du disque lunaire en dehors du Soleil, fait noté en 1842 par plusieurs astronomes et revu au Brésil en 1858, ne présenterait pas plus de difficulté dans cette hypothèse que dans celle dont M. Arago s'est si bien servi pour en rendre compte.

» Il est donc intéressant d'examiner de nouveau cette idée d'un milieu résistant que j'ai déjà discutée à l'occasion de la comète d'Encke, en procédant ici comme je l'ai fait pour l'atmosphère du Soleil, c'est-à-dire en remontant d'abord aux sources de l'idée.

» La première mention qu'on en rencontre dans la science moderne remonte à Newton, dont l'attention avait dû se porter sur la question de la résistance des milieux, en vue de combattre l'hypothèse si accréditée alors des tourbillons de Descartes.

---

de M. Arago, le maximum d'intensité devrait se trouver, dans la théorie de l'extinction, non pas au centre du disque solaire, mais sur une zone circulaire d'un certain rayon, le centre étant alors moins lumineux que cette zone.

» Newton commence par montrer que l'air qui nous entoure, transporté dans les espaces célestes, se trouverait ramené, par son expansion, à une ténuité telle, qu'il n'opposerait aucune résistance appréciable au mouvement des astres. Cette notion très-précise lui permet d'assimiler les espaces célestes au vide de Boyle, bien qu'il les considère comme remplis d'une substance éthérée dont l'idée lui est évidemment fournie, non par la science qu'il venait de fonder, mais par la métaphysique grecque et l'antique théorie des éléments. Cette matière des cieux qu'il ne distingue pas nettement de l'atmosphère du Soleil, il la suppose en repos; il admettrait tout au plus qu'elle pût tourner lentement sous l'influence de la rotation du Soleil. Mais cette matière des cieux doit peser aussi vers le Soleil, en vertu de l'une des admirables règles qu'il pose au début de son livre pour guider l'esprit dans l'étude de la physique, et si elle n'est pas susceptible de s'échauffer directement sous l'influence des rayons solaires dont elle est peut-être le véhicule, du moins peut-elle s'échauffer médiatement, et devenir spécifiquement plus légère lorsqu'elle se trouve en contact avec la matière plus grossière des comètes, sur laquelle les rayons agissent par réflexion ou réfraction, comme sur les corps terrestres. Dès lors les parties ainsi raréfiées s'éloigneront du Soleil et entraîneront dans leur mouvement les particules de la queue, sans annuler la vitesse tangentielle qu'elles possédaient primitivement avec le noyau.

» Lorsque Newton vient à considérer la partie la plus dense de cette matière des cieux, celle qui entoure immédiatement le Soleil et forme à proprement parler son atmosphère, il expose fort nettement les effets de sa résistance sur les noyaux solides et massifs des comètes qui la traversent comme celle de 1680 (nous dirions aujourd'hui comme celle de 1843) : son mouvement dut en être un peu diminué et elle dut s'approcher un peu plus du Soleil; en continuant de s'en approcher toujours plus près à chaque révolution, elle finira, dit Newton, par tomber sur le Soleil lui-même auquel sa matière apportera un aliment nouveau.

» J'ai dit ailleurs le motif puissant qui engagea ce grand homme à élaborer avec tant de soin la théorie des appendices cométaires. Entre l'hypothèse d'une force répulsive que Newton était loin de trouver absurde, mais qu'il eût fallu accoler à l'idée nouvelle de la gravitation, et celle d'une matière des cieux que les souvenirs si puissants de la science antique rappelaient à tous les esprits, il ne devait pas hésiter et l'on ne saurait assez admirer les développements qu'il a su donner à la seconde idée.

» Tout ce qu'on a dit à ce sujet dans ces derniers temps se trouve ou tex-

tuellement, ou en germe dans le livre des *Principes*, sauf un seul point, à savoir la faiblesse excessive de la masse des comètes dont Newton ne se doutait pas. Mais, je le répète, pour ce qui regarde les effets de la résistance de cette matière cosmique et pour la formation des queues de comètes, c'est à lui que les maîtres de la science cométaire, Olbers, Bessel et Encke, ont emprunté leurs idées les plus nettes, et le fil conducteur de quelques développements analytiques d'ailleurs très-importants; je suis même convaincu pour ma part, qu'au lieu d'améliorer cette curieuse théorie en y introduisant le jeu de certaines forces polaires, magnétisme ou électricité, Bessel l'a profondément altérée. Tout récemment M. Pape a repris l'idée de Newton, à l'occasion des queues multiples de la comète de Donati, et M. Roche en a poussé plus loin les conséquences, sans y adhérer d'ailleurs, en montrant avec quelle facilité le milieu résistant, l'éther ou la matière des cieux, gravitant vers le Soleil, rendait compte, sauf quelques exceptions, de la figure du noyau lui-même aussi bien que de la formation de la queue. On vient de voir enfin que l'on pourrait rattacher avantageusement à cette hypothèse les phénomènes physiques des éclipses totales.

» Il faut bien avouer que cette théorie offre à beaucoup d'égards une image étonnamment fidèle des faits observés. Pour ne parler ici que de la formation des queues, par exemple, rien de plus saisissant que l'idée de Newton, dégagée, bien entendu, du petit artifice qui fait communiquer la chaleur du Soleil à la matière des cieux par l'intermédiaire de la substance des comètes. Si on considère en effet la fumée d'un bateau à vapeur en marche dans un air calme, on aura, sur une petite échelle, une reproduction assez exacte de ce phénomène grandiose pour l'explication duquel tant d'auteurs ont épuisé en vain les ressources de la science contemporaine. Mais, tout en admirant le génie de Newton, ne perdons pas de vue la base essentielle de son hypothèse : la *materia cœlorum*, ou, comme on dit aujourd'hui, la matière cosmique, le milieu résistant, immobile dans l'espace absolu, pèse de couche en couche sur le Soleil comme si elle formait le prolongement immense de son atmosphère à travers les espaces célestes (1). Telle est encore la base des systèmes adoptés aujourd'hui : elle est écrite aussi

(1) Il est à peine nécessaire de faire observer qu'il ne s'agit pas ici de l'éther impondérable des physiciens. Le milieu des astronomes, et de M. Encke en particulier, est essentiellement gravitant; il se composerait de matières provenant, soit de l'atmosphère primitive du Soleil, soit de celles des planètes, soit des queues de comètes ou de toute autre origine. Son immobilité supposée ne serait pas absolue, car il suivrait le Soleil dans son mouvement propre.

bien dans les calculs de M. Encke que dans la formule de Bessel ou l'analyse de M. Roche.

» Exprimer en effet la résistance du milieu par K $\left(\frac{ds}{dt}\right)^2$, c'est dire qu'elle est proportionnelle au carré de la vitesse absolue du mobile, dans un milieu en repos. Assigner à la répulsion apparente, produite par la matière des cieux sur les particules plus légères de la comète, la formule $\frac{d'-d}{d'}$, $d'$ et $d$ étant les densités respectives de ces particules et de l'éther, c'est écrire analytiquement que ce milieu est en repos, qu'il gravite vers le Soleil, et que chaque couche pèse sur la couche intérieure suivante de tout le poids dont elle est animée en vertu de l'attraction solaire. Voilà bien la conception de Newton : la matière céleste forme une atmosphère immobile autour du Soleil.

» Il est bien singulier, et c'est un fait que je signale à ceux qui s'occupent de la philosophie ou de l'histoire des sciences, qu'une pareille conception ait persisté jusqu'ici malgré l'idée si juste et si nette que Laplace nous a donnée des limites nécessaires de l'atmosphère du Soleil. A la vérité Laplace raisonnait sur la nébuleuse zodiacale, où l'on voulait voir la partie la plus dense, la plus brillante de cette immense atmosphère, tandis qu'il s'agit ici du milieu résistant; mais les mots ont beau changer, la règle de Laplace ne s'en applique pas moins à la matière pondérable des cieux, dont les moindres molécules cessent de peser *sur* le Soleil du moment où elles se trouvent au delà de la région où la force centrifuge fait équilibre à la gravité.

» Ainsi, pour que le milieu résistant existe en dehors de ces limites étroites, il faut qu'il circule autour du Soleil suivant les lois de Kepler. Mais alors le rôle qu'on lui attribue devient impossible. Si en effet les couches successives d'une atmosphère pèsent non-seulement vers, mais encore sur le Soleil, en sorte qu'elles se compriment les unes les autres, cette pression disparaît lorsqu'il s'agit d'un milieu circulant. Celles qui subsistent sont des pressions intérieures, dirigées dans tous les sens et infiniment plus faibles en ce qu'elles dépendent, non de l'énorme masse du Soleil, mais de la masse du milieu et de sa figure. Nous en avons un exemple sous les yeux dans l'anneau de Saturne où la densité, loin de croître vers le centre, va au contraire en diminuant puisque l'anneau intérieur est translucide et à peine visible. Un corps léger, qui serait plongé dans un de ces anneaux concentriques en circulant avec lui, ne fuirait pas vers le haut, c'est-à-dire à l'opposite de Saturne, comme ferait un bouchon dans l'eau ou un ballon dans l'air; mais il se mouvrait dans ce milieu plus dense, selon sa position

primitive, aussi bien vers Saturne qu'à l'opposite; aussi bien dans une direction latérale que dans celle du rayon vecteur, et cela en vertu des seules actions mutuelles des molécules du milieu et des pressions exercées ainsi sur le corps étranger. Avec ces pressions imaginaires, se propageant de couche en couche jusqu'à l'atmosphère du Soleil, disparaît toute la théorie des queues formulée par Newton et reproduite dans ces derniers temps par divers auteurs.

» Après la pression, examinons la résistance qu'un milieu circulant opposerait aux mouvements d'un astre quelconque. D'abord cette résistance ne serait pas due à la vitesse totale de l'astre, mais à l'excès de sa vitesse sur celle du milieu. Ces deux vitesses sont-elles égales, la résistance sera nulle. Celle du mobile est-elle la plus grande, il y aura résistance et par suite accélération. Est-elle moindre, il y aura impulsion communiquée au mobile par le milieu et par suite allongement de sa période. Or il est évident que ces trois cas se présenteront successivement dans un milieu tournant autour du Soleil dans des orbites concentriques et à peu près circulaires comme celles des planètes, seule supposition que l'analogie justifie. La comète d'Encke, au lieu d'éprouver une résistance très-faible, mais constante, et agissant toujours dans le même sens, de manière à accumuler incessamment ses effets, sera soumise, puisqu'elle est *directe* comme le milieu, à des alternatives périodiques d'accélération et de retardation, sans que l'on puisse dire tout d'abord lequel de ces deux effets devra l'emporter à la fin sur l'autre.

» Puisqu'il en est ainsi, il faut analyser cette alternative. Prenons le cas plus simple d'une orbite peu excentrique afin de réduire la question à l'examen de la composante tangentielle de la résistance. La résistance étant due à la différence des vitesses et non à la vitesse totale qui est beaucoup plus grande, nous la supposerons proportionnelle à cette différence comme on le fait en pareil cas pour les applications terrestres de la mécanique, et alors elle aura pour expression non plus $K\left(\frac{ds}{dt}\right)^2$, mais $K\left(\frac{ds}{dt}-\frac{ds'}{dt}\right)$, en désignant par K la constante de la résistance et en marquant d'un accent les quantités relatives au milieu.

» On en déduit, pour la différentielle du demi grand axe,

$$da = -2Ka^2\left(1-\frac{ds'}{dt}\right)\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 dt.$$

Pour intégrer cette expression, on prendra pour variable indépendante

l'anomalie excentrique $u$, on réduira en série suivant les cosinus des multiples de $u$, et en s'arrêtant à la première puissance de $e$, on aura

$$da = -\mathrm{K}a^2\sqrt{a}\,e\cos u,$$

d'où l'on tire, pour la variation du demi grand axe,

$$\delta a = -\mathrm{K}a^2\sqrt{a}\,e\sin u,$$

expression qui ne contient pas de termes non périodiques.

» Ainsi la résistance d'un milieu circulant ne détermine pas d'accélération séculaire pour les astres peu excentriques. Elle donne lieu cependant à une diminution progressive de l'excentricité, car on trouve, pour la variation de cet élément,

$$\delta e = -\mathrm{K}a\sqrt{a}\cdot\frac{e}{2}u.$$

Comparons ces résultats à ceux que fournit l'hypothèse du milieu immobile. Dans ce cas on a

$$\delta a = -2\mathrm{K}a^2(u + 2e\sin u),$$

$$\delta e = -\mathrm{K}a\left(eu + 2\sin u + \frac{1}{2}e\sin 2u\right),$$

ce que l'on traduit en disant que l'action d'un milieu résistant sur un astre quelconque tend à rendre l'orbite de plus en plus circulaire, tout en diminuant le grand axe. Alors même que l'orbite serait un cercle parfait, la diminution du grand axe n'en continuerait pas moins, l'astre décrirait une spirale autour du Soleil et finirait par tomber sur lui.

» On vient de voir au contraire que l'action d'un milieu matériel diminue progressivement l'excentricité sans faire varier le grand axe; l'astre ne s'approche donc pas de plus en plus du Soleil et ne risque pas d'y tomber. Je dirais même que l'action d'un milieu circulant est conservatrice, car elle tend à faire disparaître l'excentricité qu'une partie quelconque de ce milieu pourrait prendre par suite des influences extérieures, sans la rapprocher sensiblement de la planète centrale. Il y a là sans doute une condition favorable à la stabilité des anneaux de Saturne.

» On voit combien étaient peu fondées les craintes qu'on manifestait au siècle dernier au sujet de la Lune, alors qu'on attribuait à l'action d'un milieu résistant l'accélération de son mouvement. Sous cette influence, la

Lune ne se réunirait pas plus à la Terre que les comètes ne risquent de tomber ainsi sur le Soleil (1).

» Pour ne laisser aucun doute à ce sujet, il convient d'examiner le cas où l'excentricité de l'orbite est quelconque et où il n'est pas permis d'en négliger les puissances supérieures.

» En voici l'analyse.

» Les anneaux circulants du milieu cosmique sont coupés sous un certain angle variable par l'orbite de la comète. Cet angle a pour cosinus $\frac{rdv}{ds}$ et pour sinus $\frac{dr}{ds}$. La vitesse du milieu, estimée suivant la tangente et suivant la normale à l'orbite, a pour composantes $\frac{rdv}{ds}\frac{ds'}{dt}$ et $\frac{dr}{ds}\frac{ds'}{dt}$; dès lors la résistance tangentielle du milieu et son impulsion normale, estimées l'une et l'autre suivant les axes des coordonnées, seront

$$-\,\mathrm{K}\left(\frac{ds}{dt}-\frac{rdv}{ds}\frac{ds'}{dt}\right)\frac{dx}{ds}-\mathrm{K}\frac{ds'}{dt}\frac{dr}{ds}\frac{dy}{ds},$$

$$-\,\mathrm{K}\left(\frac{ds}{dt}-\frac{rdv}{ds}\frac{ds'}{dt}\right)\frac{dy}{ds}+\mathrm{K}\frac{ds'}{dt}\frac{dr}{ds}\frac{dx}{ds},$$

d'où l'on tire

$$d\sqrt{a(1-e^2)}=-\,\mathrm{K}\sqrt{a(1-e^2)}\left(1-\frac{rdv}{ds}\frac{ds'}{ds}\right)dt+\mathrm{K}\frac{ds'}{dt}\frac{rdr^2}{ds^2}dt,$$

$$da=-\,2\mathrm{K}a^2\sqrt{a}\left(1-\frac{rdv}{ds}\frac{ds'}{ds}\right)\left(\frac{ds}{dt}\right)^2dt.$$

Adoptant pour variable l'anomalie excentrique $u$, développant en série et intégrant, il viendra

$$\delta a=-\,2\mathrm{K}a^2\sqrt{a}\left[\left(\frac{5}{16}e^2+\frac{119}{1024}e^4\ldots\right)u+\left(\frac{1}{2}e+\frac{1}{64}e^3\ldots\right)\sin u+\ldots\right].$$

» Ainsi lorsque l'excentricité n'est pas très-petite, un milieu circulant produit encore une diminution séculaire du demi grand axe; mais ce terme étant de l'ordre du carré de l'excentricité, son influence sur une orbite pareille à celle de la Terre serait 11520 fois plus faible que dans l'hypothèse

(1) En faisant la résistance proportionnelle au carré de la vitesse. Si on voulait la supposer proportionnelle à la vitesse, on aurait

$$\delta a=-2\mathrm{K}a^2\sqrt{a}(u+e\sin u).$$

L'existence d'un terme séculaire ne dépend donc pas de ces suppositions.

d'un milieu immobile; nous étions donc en droit de le négliger tout à l'heure.

» On aura de même, pour la variation de l'excentricité,

$$\delta e = -\mathrm{K} a \sqrt{a} \left[ \left( \frac{13}{16} e - \frac{2007}{8192} e^3 \ldots \right) u - \left( \frac{191}{256} e^2 \ldots \right) \sin u + \left( \frac{159}{4096} e^3 \ldots \right) \sin 2u + \ldots \right].$$

» Ainsi, dans le milieu circulant, la variation de l'excentricité est plus considérable que dans le milieu immobile, tandis que les inégalités périodiques sont beaucoup moindres. Cette contradiction apparente disparaîtra si l'on remarque que la composante normale, due à l'impulsion du milieu circulant, a pour effet de diminuer l'excentricité, et qu'elle agit constamment en ce sens dans toutes les parties de l'orbite.

» Cette analyse complète confirme les conclusions précédemment tirées d'un premier aperçu. Si l'excentricité est faible, le milieu circulant n'agit pas sur le grand axe : son effet se réduit à diminuer peu à peu l'excentricité. Si l'orbite est très-excentrique, l'action principale du milieu consiste à diminuer rapidement l'excentricité; mais, à mesure que cet effet se produit, la faible accélération qu'elle détermine d'abord dans les mouvements de l'astre diminue plus rapidement encore, puisque le terme correspondant a le carré de l'excentricité en facteur, et bientôt cette accélération disparaît, tandis que l'excentricité continue à décroître jusqu'à ce que l'orbite devienne tout à fait circulaire. Alors toute action cesse, au lieu qu'avec le milieu immobile elle continuerait avec la même énergie jusqu'au moment où l'astre se précipiterait sur le Soleil.

» On objectera peut-être que j'ai attribué ici une densité uniforme au milieu dans toute la région parcourue par la comète, et qu'en faisant croître rapidement cette densité vers le Soleil, comme l'ont fait tous les géomètres qui ont traité cette question, on obtiendrait sans doute des effets plus marqués. A cela je répondrais que l'idée d'une densité croissante vers le Soleil n'a été suggérée et ne peut être justifiée que par l'hypothèse inadmissible d'une atmosphère cosmique reposant *sur* le Soleil. En fait, la constitution de l'anneau de Saturne est en opposition complète avec cette idée, puisque la densité décroît vers la planète centrale. On peut, si on le veut absolument, disposer idéalement un milieu de manière qu'il n'agisse que là où il tend à accélérer, et qu'il disparaisse là où son action serait de sens contraire; mais personne, je crois, ne s'arrêtera à des artifices aussi arbitraires.

» Quant à la comète d'Encke, je me bornerai à faire les deux remarques suivantes :

» Si, au lieu de considérer un astre se mouvant dans le sens du milieu, on traitait le cas d'un astre rétrograde traversant un milieu direct, les effets seraient évidemment tout autres. D'abord les inégalités séculaires dépasseraient même ce qu'elles seraient dans un milieu immobile; ensuite les inégalités périodiques deviendraient beaucoup plus sensibles. N'est-il pas singulier, d'après cela, que l'action d'un milieu se soit prononcée précisément sur une comète directe comme celle d'Encke, où elle devrait être très-faible comparativement, et ait échappé à l'observation pour une comète rétrograde comme celle de Halley, sur laquelle elle devrait produire des effets incomparablement plus marqués. En second lieu, l'analyse précédente montre que l'accélération dans une orbite excentrique ne résulte qu'à titre de différence entre les actions opposées qu'un même milieu exerce dans les deux moitiés de l'orbite. Supprimez l'une de ces actions, et le retard pourra l'emporter sur l'accélération. Or c'est justement ce qui arrive à la comète d'Encke : le périhélie de cette comète est situé dans la région parcourue par Mercure, entre le périhélie de cette planète et son aphélie, région où l'on ne saurait admettre que les anneaux circulants de la matière des cieux puissent s'étendre : l'élément de la résistance manque donc là où il pourrait produire le plus d'effet sur cet astre remarquable (1).

» Il résulte, à mon avis, de cet examen, que l'idée de Newton est inacceptable dans l'état actuel de la science, et que les hypothèses analogues dont on a fait usage pour expliquer, soit l'accélération de la comète d'Encke, soit la figure ou les queues de ces astres singuliers, n'ont point de réalité physique. Mais il fallait remonter à leur source même pour faire apprécier une conception qui eût dû disparaître le jour où Laplace fit connaître les limites étroites au delà desquelles nul milieu ainsi constitué ne saurait s'étendre.

» Ainsi il n'y aurait pas lieu de se préoccuper du rôle d'un milieu cosmique général dans les phénomènes des éclipses totales, mais il reste à examiner au même point de vue celui qu'on pourrait attribuer à la lumière zodiacale. Ce sera l'objet d'une dernière communication. »

---

(1) La belle découverte de M. Lescarbault confirme pleinement ces remarques, en montrant que la matière dont la présence a été signalée par M. Le Verrier dans la région infra-mercurielle est à l'état d'agglomération planétaire et non à l'état de diffusion cosmique.

PHYSIQUE. — *Note en réponse à la communication faite par* M. Faye *dans la séance du* 26 *décembre* 1859; *par* M. DE TESSAN.

« Ce qui intéresse seulement l'amour-propre des auteurs n'étant pas digne d'occuper un seul instant l'attention de l'Académie, et pas davantage celle d'un homme sérieux, je ne m'occuperai dans cette Note que de la partie réellement scientifique de la dernière communication de notre savant confrère M. Faye.

» Considérée à ce point de vue, cette communication peut, je crois, se résumer ainsi : l'erreur que j'ai signalée est évidente si l'on raisonne dans l'hypothèse de l'émission ; mais, contrairement à ce que j'ai dit, elle n'existe pas si l'on raisonne dans l'hypothèse des ondulations. D'ailleurs M. Faye n'est pas responsable de l'opinion qu'il a adoptée sur l'absence complète d'action du mouvement d'un corps lumineux sur la propagation des ondes que ce corps produit, car M. Faye a trouvé cette opinion dans les écrits de M. Fizeau, et il a dû l'adopter provisoirement et se placer au point de vue de l'auteur pour calculer ses observations.

» Il y a donc deux questions à résoudre. Premièrement, une question de fait : L'opinion que M. Faye a cru trouver dans les écrits de M. Fizeau y existe-t-elle réellement? Secondement, une question d'expérience : Le mouvement d'un corps lumineux a-t-il sur la propagation des ondes que ce corps produit une action telle, qu'il annule, par l'intermédiaire de ces ondes, l'effet produit sur le phénomène observé par l'action du mouvement commun qui anime le corps éclairé?

» M. Faye renvoyant particulièrement au Mémoire de M. Fizeau inséré au numéro de décembre 1859 des *Annales de Chimie et de Physique*, c'est le seul que, pour abréger, j'examinerai. Cet examen suffira d'ailleurs à résoudre les deux questions posées.

» Ce Mémoire ne contenant pas explicitement *un seul mot* qui soit relatif à l'opinion que M. Faye a cru y trouver, il est nécessaire de l'étudier à fond, comme l'a sans doute fait notre savant confrère, pour en faire ressortir l'opinion de M. Fizeau et la réponse à la question d'expérience.

» Dans ce travail remarquable, M. Fizeau rend compte d'une expérience décisive faite dans le but de constater et de mesurer l'influence que la vitesse d'une colonne d'eau exerce sur la vitesse de propagation de la lumière qui parcourt cette colonne d'eau pendant son mouvement.

» La vitesse artificiellement communiquée à cette colonne d'eau était seulement de 7 mètres par seconde. Cette vitesse était relative aux parois

supposées fixes du local où se faisait l'expérience, et relative par conséquent aux autres objets que contenait ce local et qui étaient immobiles par rapport à ses parois. Cette vitesse de 7 mètres était donc la vitesse relative de la colonne d'eau par rapport à la source de lumière qui produisait les ondes sur lesquelles se faisait l'expérience.

» Mais, outre cette faible vitesse de 7 mètres, la colonne d'eau avait : premièrement, une vitesse 40 fois plus grande due à sa rotation autour de l'axe de la terre ; secondement, une vitesse 4000 fois plus grande due à son mouvement de circumvection autour du soleil; troisièmement enfin, une vitesse 1000 fois plus grande due à son mouvement de translation vers la constellation d'Hercule, sans compter une vitesse inconnue due à sa translation dans l'espace en commun avec notre nébuleuse.

» Cependant M. Fizeau ne fait entrer dans ses formules et dans son calcul définitif que la minime vitesse relative de 7 mètres. Il ne dit pas *un seul mot* dans son Mémoire de ces énormes vitesses négligées, même pour dire qu'il les néglige, et le pourquoi. Cependant M. Fizeau les connaît, puisqu'il cherche à les mesurer par des expériences de cabinet.

» Ces faits sont inconciliables avec l'opinion que M. Faye prête à M. Fizeau. Ils sont au contraire la preuve évidente que dans ce Mémoire M. Fizeau admet que tout se passait dans son expérience comme si la colonne d'eau n'était animée que de la seule vitesse relative de 7 mètres. Autrement dit, ils prouvent que M. Fizeau admet que ces trois énormes vitesses, étant communes à la source de lumière et à la colonne d'eau, le phénomène observé devait en être indépendant. Ou bien encore, ce qui revient évidemment au même, ils prouvent que M. Fizeau admet que l'action exercée sur le phénomène étudié par les vitesses dues aux mouvements communs qui animaient la colonne d'eau, était annulée par l'action que les vitesses dues aux mouvements communs qui animaient la source de lumière, exerçaient sur la propagation des ondes que produisait cette source.

» M. Fizeau admet donc implicitement dans ce Mémoire que le mouvement d'une source de lumière influe sur la propagation des ondes qu'elle produit.

» C'est la réponse à la première question posée plus haut : à la question de fait. C'est aussi le contraire de ce que M. Faye a cru voir dans ce Mémoire.

» L'expérience s'étant trouvée d'accord avec un calcul qui ne tient pas compte des énormes vitesses dues aux mouvements communs, c'est-à-dire

qui suppose que le mouvement commun de la source de lumière modifie la propagation des ondes, de manière à produire sur le phénomène observé une action indirecte égale et de signe contraire à celle qu'exerce le mouvement commun du corps qui reçoit la lumière, et ce calcul étant basé sur la théorie des ondulations, il en résulte forcément que la supposition qui sert de fondement à ce calcul est l'expression de la réalité.

» C'est la réponse à la seconde question posée plus haut : à la question d'expérience. Il en résulte aussi que, contrairement à l'assertion de M. Faye, l'erreur que j'ai signalée est aussi évidente dans la théorie des ondulations que dans la théorie de l'émission, comme je l'avais dit dans ma précédente Note.

» Cette conclusion serait d'ailleurs également ressortie de l'analyse de l'un quelconque des phénomènes d'optique précédemment connus, et calculé dans l'hypothèse des ondulations; puisque dans tous la vitesse de la lumière intervient et que l'expérience se trouve d'accord avec le calcul qui ne tient pas compte des mouvements communs. Mais la démonstration, quoique aussi rigoureuse en théorie, serait moins concluante, parce que les vitesses communes négligées dans le calcul sont alors très-petites par rapport aux vitesses conservées, c'est-à-dire par rapport aux vitesses de la lumière dans le vide et dans les corps, vitesses qui seules interviennent. Tandis qu'au contraire dans la belle expérience de M. Fizeau les vitesses négligées sont énormes par rapport à la vitesse conservée dans le calcul.

» C'est cependant cette expérience et ce calcul que M. Faye signale particulièrement comme conduisant à une conclusion contraire.

» M. Fizeau a négligé dans son calcul tous les mouvements communs, tandis que M. Faye les a conservés dans le sien, mais seulement pour en tenir compte en ce qui concerne le corps qui reçoit la lumière et nullement en ce qui concerne le corps qui la produit; et M. Faye croit s'être placé au point de vue et dans l'ordre d'idées de M. Fizeau.

» Je laisse aux savants le soin de tirer les conclusions.

» Je dirai seulement en terminant que la justice me faisait un devoir de signaler l'erreur que j'avais aperçue, puisqu'elle pouvait nuire à un savant du premier mérite, homme de conscience que je n'ai pas l'honneur de connaître personnellement. Ce que j'ai fait, je l'aurais fait pour tout autre savant, de quelque part que fût venue l'erreur.

» Cette Note contenant les démonstrations de mes assertions contestées, je la soumets avec confiance au jugement des savants, en déclarant que de mon côté cette discussion est close. »

M. F. Petit adresse, à l'occasion de nouveaux arrangements qu'il suppose devoir être pris prochainement par la ville de Paris pour l'éclairage au gaz, les résultats des recherches qu'il a faites relativement au même genre d'éclairage pour la ville de Toulouse, et qui paraissent avoir conduit à des améliorations notables au point de vue de la dépense. Outre ces renseignements spéciaux qui seront mis sous les yeux d'une Commission composée de MM. Dumas et Regnault, la Note contient le passage suivant que nous reproduisons textuellement.

« A l'occasion de ce travail sur l'éclairage de Toulouse qui appela particulièrement mon intérêt sur cette question, et des demandes que m'adressent fréquemment les présidents de nos cours d'assises sur la quantité de lumière crépusculaire qui correspond à certaines heures de la nuit, etc., etc., je me suis laissé entraîner à calculer une Table pour la détermination des crépuscules dans les divers climats, depuis zéro jusqu'à 70 degrés de latitude; et puisqu'une circonstance opportune se présente, je transmets à l'Académie l'extrait de cette Table qui est relatif au climat de Paris. Plus tard, si on le juge utile, je pourrai lui adresser la Table tout entière.

*Durées des crépuscules en minutes et dixièmes de minute pour les latitudes de 48 et de 49 degrés, pour les déclinaisons du soleil comprises entre — 24° et + 24°, pour un abaissement crépusculaire du soleil = 18° et pour une réfraction horizontale = 33′ 30″.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Déclinaisons du Soleil. | — 24° | — 23° | — 22° | — 21° | — 20° | — 19° | — 18° |
| Latitudes. 48°....... | 116′,8 | 115′,4 | 114′,1 | 112′,8 | 111′,7 | 110′,7 | 109′,7 |
| Latitudes. 49°....... | 119,7 | 118,0 | 116,5 | 115,3 | 114,1 | 113,0 | 112,1 |
| Déclinaisons du Soleil. | — 17° | — 16° | — 15° | — 14° | — 13° | — 12° | — 11° |
| Latitudes. 48°....... | 108′,8 | 108′,1 | 107′,4 | 106′,8 | 106′,2 | 105′,8 | 105′,4 |
| Latitudes. 49°....... | 111,2 | 110,3 | 109,6 | 109,0 | 108,5 | 107,9 | 107,5 |
| Déclinaisons du Soleil. | — 10° | — 9° | — 8° | — 7° | — 6° | — 5° | — 4° |
| Latitudes. 48°....... | 105′,1 | 104′,9 | 104′,8 | 104′,8 | 104′,9 | 105′,0 | 105′,1 |
| Latitudes. 49°....... | 107,3 | 107,1 | 106,9 | 106,9 | 106,9 | 107,0 | 107,2 |
| Déclinaisons du Soleil. | — 3° | — 2° | — 1° | — 0° | + 1° | + 2° | + 3° |
| Latitudes. 48°....... | 105′,4 | 105′,7 | 106′,2 | 106′,7 | 107′,2 | 107′,6 | 108′,3 |
| Latitudes. 49°....... | 107,5 | 107,9 | 108,4 | 109,0 | 109,7 | 110,4 | 111,2 |
| Déclinaisons du Soleil. | + 4° | + 5° | + 6° | + 7° | + 8° | + 9° | + 10° |
| Latitudes. 48°....... | 109′,1 | 110′,5 | 112′,0 | 113′,6 | 115′,1 | 116′,6 | 118′,1 |
| Latitudes. 49°....... | 112,0 | 113,2 | 114,8 | 116,4 | 118,0 | 119,6 | 121,4 |

| Déclinaisons du Soleil. | | + 11° | + 12° | + 13° | + 14° | + 15° | + 16° | + 17° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Latitudes. | 48°....... | 120',0 | 122',2 | 124',8 | 127',5 | 130',6 | 134',3 | 138',5 |
| | 49°....... | 123,4 | 125,9 | 128,8 | 132,1 | 135,6 | 139,5 | 144,2 |

| Déclinaisons du Soleil. | | + 18° | + 19° | + 20° | + 21° | + 22° | + 23° | + 24° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Latitudes | 48°....... | 143',1 | 149',1 | 155',1 | 163',4 | 174',3 | 190',2 | 237',2 |
| | 49°....... | 150,0 | 156,8 | 164,6 | 175,4 | 191,3 | 238,7 | |

## RAPPORTS.

TECHNOLOGIE. — *Rapport verbal sur le* Manuel de l'Ingénieur *de M. le lieutenant-colonel* **D.-N. Valdès**.

(Rapporteur M. Morin.)

« M. Valdes, lieutenant-colonel du génie militaire en Espagne, vient de publier, sous le titre de *Manual del Ingeniero*, un ouvrage qui est appelé à rendre d'utiles services à tous les ingénieurs de sa patrie, à cette époque où tant d'énergiques efforts, secondés par le gouvernement, cherchent à rendre à ce beau pays son antique splendeur.

» L'énoncé seul des sujets embrassés par l'auteur montre l'étendue des études théoriques et pratiques auxquelles il a dû se livrer pour en résumer les principes dans un seul volume. L'ouvrage se compose en effet de huit chapitres.

» Le premier contient les principes, les règles et les méthodes de l'Arithmétique; les tables, les nombres, les règles et les formules de la Géométrie et de la Trigonométrie; les principes et les formules principales du Calcul différentiel et intégral; il se termine par la description des instruments et des opérations topographiques.

» Le chapitre deuxième est consacré à la Mécanique, dont les notions fondamentales et les principes sont résumés avec soin, mais d'une manière que l'on pourrait peut-être trouver un peu trop scientifique pour un ouvrage destiné aux ingénieurs d'un pays où les hautes études mathématiques n'ont pas encore pris tout le développement désirable.

» Les règles connues pour le jaugeage des cours d'eau et l'établissement des canaux et des conduites sont développées dans le chapitre troisième, et l'auteur en a discuté plusieurs applications importantes à des distributions d'eau.

» Le chapitre quatrième est consacré aux moteurs hydrauliques, aux machines à élever l'eau, et aux moulins à vent.

» La construction et l'étude des effets des machines à vapeur font l'objet du chapitre cinquième, dans lequel M. Valdès fait connaître les résultats de l'expérience, et les conditions de l'établissement de ce genre de moteurs.

» L'étude de la vapeur, des machines qu'elle fait marcher, des chaudières qui la produisent, de tous les organes qui constituent les machines à vapeur et les véhicules auxquels ils servent de moteurs, ainsi que celles des roues et des hélices employées pour les bateaux à vapeur, ont été l'objet de nombreuses recherches résumées dans ce chapitre.

» Le chapitre sixième est consacré à l'étude des matériaux employés dans les constructions, et aux renseignements généraux qu'il a empruntés à d'autres auteurs, M. Valdès a joint un grand nombre d'observations qui lui sont propres, et qui se rapportent plus particulièrement aux matériaux en usage dans l'Espagne et dans ses colonies. Cette portion de son travail, tout à fait spéciale à sa patrie, ne sera pas l'une des moins utiles au développement et à l'exécution des grands travaux de chemins de fer qui doivent si puissamment contribuer à y augmenter la richesse publique.

» Les formules et les règles déduites de la théorie et de l'expérience pour apprécier la résistance des diverses pièces employées dans les constructions font suite à l'étude directe des matériaux, et l'auteur montre dans le résumé de ces règles une connaissance très-approfondie du sujet.

» L'étude des principes qui doivent guider les ingénieurs dans le choix des modes de fondation des travaux hydrauliques ou autres, l'exposition des procédés les plus nouveaux mis en usage pour l'exécution des grands travaux d'art, les règles à suivre pour la construction des voûtes, sont aussi réunies dans le chapitre sixième.

» Sous le titre d'*architecture hygiénique*, l'auteur y traite de la ventilation, du chauffage et de tous les accessoires des habitations.

» La construction des ponts de tous genres fait l'objet du dernier article de ce chapitre, et les règles de l'art pour tous les systèmes en usage y sont résumées avec soin, en même temps que de nombreuses applications et de remarquables exemples y sont introduits.

» Le chapitre septième est consacré aux routes ordinaires et aux chemins de fer. L'auteur y donne sur le tracé, la construction et l'entretien des routes, tous les renseignements nécessaires.

» Les questions qui se rattachent au tracé, aux pentes des chemins de fer, le percement des tunnels, l'établissement de la voie et de ses accessoires y sont étudiés avec soin, ainsi que ce qui concerne le matériel roulant.

» Le chapitre huitième est consacré aux canaux de navigation et com-

prend les notions fondamentales qui doivent servir de règles pour l'établissement, le tracé, l'approvisionnement d'eau de ces grandes voies de communications intérieures.

» Enfin, l'ouvrage se termine par deux chapitres consacrés, l'un aux puits artésiens, et l'autre à la gnomonique.

» On voit par cette analyse que, sous le titre de *Manuel de l'Ingénieur*, M. le lieutenant-colonel Valdès a résumé la plus grande partie des connaissances, des principes, des théories et des règles pratiques qu'un ingénieur peut avoir à consulter dans le cours de ses travaux.

» M. Valdès ne prétend pas d'ailleurs avoir fait une œuvre originale : il reconnaît que son *Manuel* n'est qu'une compilation des travaux publiés dans d'autres pays et particulièrement en France, et il s'est fait un devoir de signaler les principales sources où il a puisé. Mais un semblable travail exige un grand esprit d'analyse, de nombreuses et persévérantes recherches, une méthode éclairée de critique, et l'auteur a fait preuve de ces qualités diverses. Nous ne doutons pas que pour tous les ingénieurs doués des connaissances mathématiques qui servent de base aux méthodes qu'il a adoptées, le livre de M. Valdès ne soit d'une grande ressource.

» En conséquence, nous pensons que l'Académie doit faire remercier M. le lieutenant-colonel Valdès de la communication qu'il lui a faite de son *Manuel de l'Ingénieur.* »

## MÉMOIRES PRESENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *De la décomposition en facteurs linéaires des fonctions homogènes d'un nombre quelconque de variables; par* **M. L. Painvin**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Liouville, Bertrand.)

« On sait que les conditions, pour qu'une fonction homogène de plus de deux variables soit décomposable en facteurs linéaires, sont en assez grand nombre; et la recherche de ces conditions, d'après les méthodes connues, exigerait des éliminations extrêmement pénibles et des calculs, pour ainsi dire, impraticables. Je suis arrivé, par la considération du hessien des fonctions, à formuler un théorème qui permet d'écrire ces conditions sans autre calcul que le développement de quelques déterminants.

» Je ne m'occupe, dans ce Mémoire, que des fonctions du *troisième* degré, et je suis conduit au théorème suivant :

« Les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'une fonction du troi-
» sième degré à $n$ variables soit décomposable en trois facteurs linéaires,
» sont que le hessien de la fonction et toutes les dérivées du hessien (par
» rapport aux éléments de ce déterminant), jusqu'à celles de l'ordre $(n-3)$
» exclusivement, soient identiquement nulles ; et, en outre, que les dérivées
» de l'ordre $(n-3)$ soient avec la fonction dans un rapport identiquement
» constant. »

» Ainsi, $u$ étant la fonction, H son hessien, $u_{r,s}$ les dérivées secondes de la fonction, les conditions énoncées seront :

$$1^{\circ}.\quad H=0,\quad \frac{dH}{du_{r_1 s_1}}=0,\quad \frac{d^2H}{du_{r_1 s_1}\,du_{r_2 s_2}}=0,\ldots,\ \frac{d^{n-4}H}{du_{r_1 s_1}\,du_{r_2 s_2}\ldots du_{r_{n-4}\,s_{n-4}}}=0;$$

$$2^{\circ}.\quad \frac{d^{n-3}H}{du_{r_1 s_1}\,du_{r_2 s_2}\ldots du_{r_{n-3}s_{n-3}}}=\lambda_{r_1}\lambda_{s_1}\lambda_{r_2}\lambda_{s_2}\ldots\lambda_{r_{n-3}}\lambda_{s_{n-3}}\,.\,u;$$

les $\lambda_i$ représentant des constantes.

» Dans le cas des fonctions de trois variables, ces conditions se réduisent à une seule : le rapport du hessien de la fonction à la fonction est identiquement constant.

» J'ai appliqué ces principes à la détermination de l'équation cubique des asymptotes d'une courbe du troisième degré.

» Je développerai dans un autre Mémoire les théorèmes analogues relatifs aux fonctions d'un degré supérieur au troisième. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Nouvelle démonstration d'un théorème fondamental du calcul des variations ; par* **M. Lindeloef.** (Extrait.)

(Commissaires, MM. Bertrand, Bienaymé.)

« On sait que la variation d'une intégrale peut être présentée sous deux formes différentes, suivant qu'on fait varier ou non les variables indépendantes en même temps que les fonctions inconnues. C'est la forme relative au premier cas que nous allons établir, en nous servant des seuls principes du calcul différentiel.

» En adoptant le point de vue qu'Euler a introduit dans le calcul des variations, nous regardons toute fonction inconnue comme renfermant un paramètre arbitraire $i$, et nous appelons *variation* la dérivée de la fonction prise par rapport à ce paramètre. Nous regardons de même les variables $x$, $y$, $z$, ..., $t$, comme des fonctions inconnues d'autres variables indépen-

dantes $\xi$, $\eta$, $\zeta$,..., $\tau$ et du paramètre $i$, et nous appelons *variations* de $x$, $y$, $z$, . . . , leurs dérivées par rapport à $i$.

» D'après cela, une fonction inconnue $u$ des variables $x$, $y$, $z$, . . . , est sujette à deux espèces de variations, vu qu'elle dépend du paramètre $i$ tant immédiatement qu'au moyen de ces variables, et il convient de les distinguer par des signes différents. Ainsi nous appelons *variation propre* et nous désignons par $\delta u$ la dérivée partielle de $u$ par rapport à $i$, tandis que la dérivée totale de $u$ par rapport au même paramètre sera appelée *variation totale* et désignée par $Du$. Quant aux variables $x$, $y$, $z$, . . . , cette distinction n'a pas lieu, et l'on pourrait employer indifféremment le signe D ou $\delta$ pour leurs variations. C'est le dernier signe que nous adoptons.

» Cela posé, nous allons chercher la variation d'une intégrale multiple

$$S = \int\int\int \ldots v dx dy dz \ldots$$

à limites variables, mais continues. A cet effet nous remplaçons d'abord les variables $x$, $y$, $z$, . . . , par d'autres variables $\xi$, $\eta$, $\zeta$, . . . , que nous supposons liées avec les premières par les équations différentielles :

$$\begin{aligned}
dx &= a_1 d\xi + a_2 d\eta + a_3 d\zeta + \ldots + a_n d\tau,\\
dy &= b_1 d\xi + b_2 d\eta + b_3 d\zeta + \ldots + b_n d\tau,\\
dz &= c_1 d\xi + c_2 d\eta + c_3 d\zeta + \ldots + c_n d\tau,\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
dt &= h_1 d\xi + h_2 d\eta + h_3 d\zeta + \ldots + h_n d\tau.
\end{aligned}$$

Si l'on désigne, pour abréger, par la seule lettre T le déterminant $\Sigma(\pm a_1 b_2 c_3 \ldots h_n)$, formé avec les coefficients de ces formules, l'intégrale transformée sera

$$S' = \int\int\int \ldots VT d\xi d\eta d\zeta \ldots.$$

Quant aux limites des deux intégrales, si la première doit s'étendre à toutes les valeurs de $x$, $y$, $z$, . . . , qui rendent une certaine fonction L négative, l'autre doit s'étendre pareillement à toutes les valeurs de $\xi$, $\eta$, $\zeta$, . . . , qui satisfont à l'inégalité $\Lambda < 0$, $\Lambda$ étant ce que devient L par le changement des variables.

» Comme nous supposons variables les limites de l'intégrale proposée, L est une fonction de $x$, $y$, $z$, . . . , dont la forme change avec le paramètre $i$, ce qui donne lieu à la variation propre $\delta$L. Mais on peut disposer

des fonctions arbitraires $\delta x, \delta y, \delta z, \ldots$, pour rendre nulle la variation totale de L, de sorte qu'on ait

$$\delta L + \frac{dL}{dx}\delta x + \frac{dL}{dy}\delta y + \frac{dL}{dz}\delta z + \ldots + \frac{dL}{dt}\delta t = 0.$$

A cette condition, les limites de la nouvelle intégrale S′ ne changeront plus avec $i$; sa variation totale sera par conséquent

$$DS = \int\int\int \ldots (TDV + VDT)\, d\xi\, d\eta\, d\zeta \ldots,$$

et il ne reste qu'à développer DT. Je remarque d'abord que les dérivées partielles $a, b, c, \ldots$, avec lesquelles on a formé le déterminant T, doivent partager la nature des fonctions préliminaires $x, y, z, \ldots$, dont elles dérivent, et qu'il faut par conséquent les regarder comme des fonctions de $\xi$, $\eta, \zeta, \ldots$, variant avec le paramètre $i$. On a donc immédiatement

$$DT = \Sigma \frac{dT}{da}\delta a + \Sigma \frac{dT}{db}\delta b + \Sigma \frac{dT}{dc}\delta c + \ldots + \Sigma \frac{dT}{dh}\delta h.$$

Pour déterminer la somme $\Sigma \frac{dT}{da}\delta a$, j'introduis pour un moment $n$ quantités auxiliaires $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \ldots, \alpha_n$ par les équations

$$\begin{aligned} a_1\alpha_1 + a_2\alpha_2 + a_3\alpha_3 + \ldots + a_n\alpha_n &= 1, \\ b_1\alpha_1 + b_2\alpha_2 + b_3\alpha_3 + \ldots + b_n\alpha_n &= 0, \\ c_1\alpha_1 + c_2\alpha_2 + c_3\alpha_3 + \ldots + c_n\alpha_n &= 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ h_1\alpha_1 + h_2\alpha_2 + h_3\alpha_3 + \ldots + h_n\alpha_n &= 0. \end{aligned}$$

En résolvant celle-ci par rapport à $\alpha_1$, on parvient à l'équation finale

$$\alpha_1 T = \Sigma(\pm\, b_2 c_3 \ldots h_n),$$

qui fait voir que le produit $a_1 T$ ne renferme aucune des quantités $a$. On prouve la même chose à l'égard des produits $\alpha_2 T, \alpha_3 T, \ldots \alpha_n T$. De l'équation identique

$$T = a_1\alpha_1 T + a_2\alpha_2 T + a_3\alpha_3 T + \ldots + a_n\alpha_n T$$

on peut donc tirer sur-le-champ

$$\frac{dT}{da_1} = \alpha_1 T, \quad \frac{dT}{da_2} = \alpha_2 T, \quad \frac{dT}{da_3} = \alpha_3 T, \ldots, \quad \frac{dT}{da_n} = \alpha_n T.$$

D'un autre côté, si l'on regarde $\delta x$, $\delta y$, $\delta z, \ldots$, comme des fonctions immédiates de $x, y, z, \ldots$, on aura évidemment

$$\delta a_1 = a_1 \frac{d\delta x}{dx} + b_1 \frac{d\delta x}{dy} + c_1 \frac{d\delta x}{dz} + \ldots + h_1 \frac{d\delta x}{dt},$$
$$\delta a_2 = a_2 \frac{d\delta x}{dx} + b_2 \frac{d\delta x}{dy} + c_2 \frac{d\delta x}{dz} + \ldots + h_2 \frac{d\delta x}{dt},$$
$$\delta a_3 = a_3 \frac{d\delta x}{dx} + b_3 \frac{d\delta x}{dy} + c_3 \frac{d\delta x}{dz} + \ldots + h_3 \frac{d\delta x}{dt},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$\delta a_n = a_n \frac{d\delta x}{dx} + b_n \frac{d\delta x}{dy} + c_n \frac{d\delta x}{dz} + \ldots + h_n \frac{d\delta x}{dt}.$$

Par suite de ces développements, la somme

$$\frac{dT}{da_1}\delta a_1 + \frac{dT}{da_2}\delta a_2 + \frac{dT}{da_3}\delta a_3 + \ldots + \frac{dT}{da_n}\delta a_n$$

se réduit à

$$\Sigma \frac{dT}{da}\delta a = \frac{d\delta x}{dx} T.$$

Un procédé semblable nous donnerait

$$\Sigma \frac{dT}{db}\delta b = \frac{d\delta y}{dy} T,$$

et ainsi des autres; d'où il résulte enfin

$$DT = \left(\frac{d\delta x}{dx} + \frac{d\delta y}{dy} + \frac{d\delta z}{dz} + \ldots \frac{d\delta t}{dt}\right) T.$$

» Si l'on reporte cette valeur dans l'expression DS, et qu'on y rétablisse ensuite les variables primitives, on trouve définitivement pour la variation de l'intégrale proposée :

$$DS = \int\int\int \ldots \left[\delta V + \frac{d(V\delta x)}{dx} + \frac{d(V\delta y)}{dy} + \frac{d(V\delta z)}{dz} + \ldots\right] dx\, dy\, dz \ldots$$

» Cette formule est due à M. Ostrogradsky, qui l'a établie par la méthode infinitésimale; plus tard, Cauchy y est parvenu par d'autres considérations. Quant à la démonstration que nous venons de proposer, et qui est essentiellement fondée sur un changement de variables, il est juste de remarquer que le même expédient avait déjà été employé par Poisson, lorsqu'il cherchait la variation d'une intégrale double. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur le travail des frottements dans les crapaudines et dans les guides; par* **M. Mahistre.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Morin, Clapeyron.)

« Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, j'examine les deux cas suivants :

» 1°. L'arbre tournant est pressé dans la crapaudine ou dans le guide par une infinité de forces parallèles à l'axe de rotation, et uniformément réparties autour de lui sur la plus grande section de la surface frottante.

» 2°. L'arbre tournant est sollicité par la force centrifuge qui naît de l'excentricité du système rotatif. »

GÉOLOGIE. — *Note sur les systèmes de la Margeride et des Vosges, respectivement perpendiculaires à ceux du Hundsruck et des Ballons; par* . . **A Vézian.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Élie de Beaumont, de Verneuil, Ch. Sainte-Claire Deville.)

« L'empreinte du système du Hundsruck se montre sur le bord méridional du plateau central de la France, et notamment entre Meyrueis et Anduze (*Notice sur les Systèmes de Montagnes*, p. 167). La direction de ce système, rapportée sur un point placé au nord-ouest d'Alais par latitude 44° 15 N., et longitude 1° 38′, devient E. 33° 15′ 25″ N. Une ligne menée par ce point normalement à cette direction coïncide avec la chaîne de la Margeride et dessine la limite orientale de toute une zone de terrain granitique, indiquée sur la carte géologique de la France, entre Mende et Saint-Flour : sur toute cette étendue, elle sépare le bassin de l'Allier de ceux du Tarn, du Lot ou de leurs affluents; prolongée vers le nord, elle passe près du mont Dore. Une ligne parallèle à celle dont je viens d'indiquer la trace achève, sur la rive droite de l'Allier, de limiter le bassin de cette rivière et le sépare de celui de la Loire. Je pense que des observations ultérieures démontreront l'existence d'un système perpendiculaire à celui du Hundsruck sur d'autres points de l'Europe. Une ligne orientée au Binger-Loch au N. 30° 18′ 56″ O. et normale par conséquent à la direction du système du Hundsruck, marque la direction générale du Rhin jusqu'auprès de Dusseldorf, et constitue un fragment d'une ligne bien plus étendue, dessinée sur une des cartes jointes

à cette Note. Prolongée vers le nord, elle rencontre le volcan de Snoefield, en Islande : vers le sud, elle passe très-près du Vésuve. Elle accuse l'existence d'une fracture ancienne le long de laquelle ont surgi, à une date postérieure à celle de sa première formation, les masses volcaniques de l'Islande, des rives du Rhin et de l'Italie méridionale.

» Quant au système perpendiculaire à celui des Ballons, on en trouve l'indication : 1° dans la partie septentrionale de la chaîne scandinave : direction N. 20° 13′ E., rapportée à un point situé par latitude 59° 46′ 12″ et longitude 11° 0′ 0″ E; 2° dans le massif des Vosges, où une ligne menée par le Ballon d'Alsace, normalement à la direction du système des Ballons, c'est-à-dire au N. 15° E., sépare le bassin du Rhin de celui de la Moselle (1); 3° en Bretagne, où la zone de partage entre le bassin de la Mayenne et les bassins des cours d'eau se rendant directement à l'Océan, se dirige dans un sens perpendiculaire par rapport au système des Ballons : direction N. 9° 5′ E., rapportée à un point situé près de Saint-Pierre-la-Cour par latitude 48° 10′ N. et longitude 3° 20′ E. Les trois lignes qui viennent d'être mentionnées, déjà très-nettement dessinées par elles-mêmes, reçoivent une importance nouvelle de ce fait que chacune d'elles se trouve sur le trajet d'un grand cercle fortement jalonné, comme l'indiquent les cartes qui accompagnent cette Note. Un quatrième grand cercle vient se rattacher au système des Vosges : c'est le dodécaédrique rhomboïdal H′ I″ que l'on voit, sur le réseau pentagonal de la *Notice sur les Systèmes de Montagnes*, couper à angle droit le grand cercle de comparaison du système des Ballons : ce dodécaédrique s'adapte si bien à la topographie de la contrée qu'il traverse, qu'on doit lui reconnaître une existence réelle et non pas seulement théorique.

» Quant à l'âge des deux systèmes de la Margeride et des Vosges, je ferai remarquer, en faveur de leur ancienneté, je dirai presque de leur synchronisme avec les systèmes auxquels ils sont respectivement perpendiculaires, que leur empreinte s'efface dès que les lignes qui les constituent rencontrent des formations postérieures au terrain de transition ou au terrain carbonifère. Entre ces quatre systèmes qui se suivent peut-être au point de vue chronologique, il existe une sorte de parenté en ce sens que leurs lignes stratigraphiques convergent vers les mêmes régions et tendent à se rencon-

---

(1) En même temps, elle rattache l'une à l'autre par leurs points extrêmes les deux lignes parallèles qui, comme le fait observer M. Elie de Beaumont, dessinent le trait principal du massif des Vosges et sont disposées de telle sorte que l'une finit où l'autre commence.

trer sur les mêmes points pour déterminer des accidents topographiques très-remarquables. C'est un fait que les cartes jointes à ce travail mettent dans tout son jour : je dirai notamment que le Binger-Loch est le point de rencontre presque mathématique de trois grands cercles orientés dans le sens des systèmes des Vosges, du Hundsruck et des Ballons. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Ethers composés du glycol; par* M. LOURENÇO.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Dumas, Balard.)

« Les recherches de M. Wurtz sur les alcools diatomiques ont démontré que ces composés doivent être rapportés à deux molécules d'eau $\left.\begin{matrix}H^2\\H^2\end{matrix}\right\}\Theta^2$, dans lesquelles deux atomes d'hydrogène sont remplacés par un hydrocarbure diatomique de la forme $C^n H^{2n}$; les deux autres atomes peuvent être remplacés par les radicaux des acides ou des alcools monobasiques, ce qui donne naissance aux éthers composés du glycol. On peut obtenir ces combinaisons par divers procédés; le suivant est le plus facile pour les éthers composés à radicaux des acides.

» *Ethers composés à un seul radical.* — On les obtient avec facilité en chauffant vers 200 degrés des quantités équivalentes d'acide et de glycol, dans un tube scellé à la lampe. La réaction qui leur donne naissance peut être formulée ainsi qu'il suit, en appelant R le radical acide,

$$\underbrace{\left.\begin{matrix}C^2H^4\\H^2\end{matrix}\right\}\Theta^2}_{\text{Glycol.}}+\underbrace{\left.\begin{matrix}R\\H\end{matrix}\right\}\Theta}_{\text{Acide.}}=\underbrace{\left.\begin{matrix}C^2H^4\\R\\H\end{matrix}\right\}\Theta^2}_{\text{Ether composé.}}+H^2\Theta.$$

» Quelques éthers, dont je donne ici une courte description, ont été préparés par cette méthode qui permet de les obtenir très-purs.

» *Glycol monoacétique* $\left.\begin{matrix}C^2H^4\\C^2H^3\Theta\\H\end{matrix}\right\}\Theta^2$. — On a chauffé pendant un jour vers 200 degrés des quantités équivalentes de glycol et d'acide acétique pur, dans un tube scellé à la lampe. On a ouvert le tube au bout de ce temps et l'on a distillé le liquide, en séparant les produits qui passent au-dessus de 180 degrés. On a constaté par des analyses et par les propriétés du liquide que ce liquide était le glycol monoacétique obtenu par M. Atkinson par un autre procédé.

» *Glycol monobutyrique.* — Préparé par la même méthode que le précédent; il bout vers 220 degrés. C'est un liquide incolore, huileux, laissant une tache assez persistante sur le papier; insoluble dans l'eau; il se dissout dans l'alcool et dans l'éther en toutes proportions, et exhale une odeur assez prononcée d'acide butyrique. Les analyses de ce liquide conduisent à la formule

$$C^6H^{12}O^3 \quad \text{ou} \quad \left.\begin{matrix} C^2H^4 \\ C^4H^7O \\ H \end{matrix}\right\} O^2.$$

» *Glycol monovalérique.* — Obtenu de la même manière que le précédent, il présente avec celui-ci une grande analogie de propriétés physiques, hormis l'odeur qui rappelle celle de l'acide valérique. Incolore, huileux, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther, il bout vers 240 degrés. Sa formule est

$$C^7H^{14}O^3 \quad \text{ou} \quad \left.\begin{matrix} C^2H^4 \\ C^5H^{10}O \\ H \end{matrix}\right\} O^2.$$

» L'acide benzoïque, traité de la même manière par un excès de glycol, a donné du glycol dibenzoïque de M. Wurtz, circonstance qui est peut-être due à ce que cet acide, en se fondant au milieu du glycol, se trouve en excès par rapport au liquide qui l'entoure, et que le composé dibenzoïque ainsi formé n'est plus détruit par l'excès du glycol.

» *Ethers à deux radicaux du même acide.* — Les éthers de cette espèce ont été obtenus par M. Wurtz, par l'action du bromure d'éthylène sur les sels d'argent. Ils se forment aussi par l'action du même bromure sur les sels de potasse en dissolution dans l'alcool étendu; mais à la suite d'une saponification partielle par l'eau, contenue dans l'alcool, le produit se dédouble.

» Les éthers à deux radicaux du même acide se forment très-facilement par l'action d'un excès d'acide sur le glycol, ou sur l'éther à un seul radical du même acide. La réaction se fait plus difficilement, parce que le glycol déjà combiné avec un radical acide a beaucoup moins d'affinité pour le second. Ont été préparés de cette manière le glycol diacétique de M. Wurtz et le suivant.

» *Glycol divalérique.* — C'est un liquide bouillant vers 255 degrés, huileux, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther. Il présente beaucoup d'analogie avec les précédents quant à ses propriétés extérieures.

L'analyse du liquide conduit à la formule

$$\mathrm{C^{12}H^{22}O^4} \quad \text{ou} \quad \left.\begin{matrix}\mathrm{C^2H^4} \\ \mathrm{2(C^5H^9O)}\end{matrix}\right\} \mathrm{O^2}.$$

» *Ethers à deux radicaux différents ou éthers mixtes.* — Les éthers de cette espèce se forment encore en traitant par le procédé indiqué plus haut l'éther du glycol à un seul radical acide par un autre acide; ainsi, si l'on appelle R et R′ les deux radicaux, on peut représenter la réaction par l'équation suivante :

$$\underbrace{\left.\begin{matrix}\mathrm{C^2H^4} \\ \mathrm{R} \\ \mathrm{H}\end{matrix}\right\} \mathrm{O^2}}_{\text{Ether à un radical acide.}} + \underbrace{\left\{\begin{matrix}\mathrm{R'} \\ \mathrm{H}\end{matrix}\right\} \mathrm{O}}_{\text{Acide à un autre radical.}} = \underbrace{\left\{\begin{matrix}\mathrm{C^2H^4} \\ \mathrm{R} \\ \mathrm{R'}\end{matrix}\right\} \mathrm{O^2}}_{\text{Ether mixte.}} + \mathrm{H^2O}.$$

» Ont été préparés de cette manière le glycol acétobutyrique obtenu par M. Simpson par l'action du glycol acétochlorhydrique (chloracétine) sur le butyrate d'argent, ainsi que le glycol acétovalérique.

» *Glycol acétovalérique.* — Liquide huileux, incolore, neutre aux papiers réactifs, insoluble dans l'eau, soluble dans l'éther et dans l'alcool. Il bout vers 230 degrés. Les analyses du liquide conduisent à la formule

$$\mathrm{C^9H^{16}O^4} \quad \text{ou} \quad \left.\begin{matrix}\mathrm{C^2H^4} \\ \mathrm{C^2H^3O} \\ \mathrm{C^5H^9O}\end{matrix}\right\} \mathrm{O^2}.$$

» Tous ces éthers distillent sans altération, ils subissent par l'action de l'eau une décomposition analogue à celle des éthers composés de l'alcool éthylique et des combinaisons correspondantes de la glycérine, c'est-à-dire qu'ils se dédoublent comme ces derniers en alcools et en acides ou en composés intermédiaires. Cette dernière circonstance explique la formation du glycol monoacétique plus ou moins pur dans l'action du bromure d'éthylène sur l'acétate de potasse en dissolution dans l'alcool étendu. Le diacétate formé se saponifie partiellement par l'action de l'eau, et le produit obtenu offre une composition variable suivant la concentration de l'alcool et la durée de l'opération.

» Les sels que forment d'autres acides gras avec la potasse sont plus difficilement décomposés par le bromure d'éthylène, à cause de leur peu de solubilité dans l'alcool étendu. Le résultat final est du reste analogue au précédent. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la séparation de la magnésie d'avec les alcalis; par* M. G. CHANCEL.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Dumas, Peligot, Balard.)

« La détermination de la magnésie dans une substance qui contient en même temps des alcalis fixes à doser constitue un des problèmes les plus délicats de l'analyse chimique. Les voies indiquées pour le résoudre nécessitent des manipulations longues et difficiles, et ne conduisent pas toujours à des résultats satisfaisants. Comme elles tendent particulièrement à éviter l'emploi des phosphates pour précipiter la magnésie, à cause de la difficulté que présenterait ensuite l'élimination de l'excédant d'acide phosphorique ajouté, elles privent le chimiste du seul moyen d'effectuer avec exactitude une séparation qui se présente si fréquemment.

» Le procédé analytique qui fait l'objet de cette communication est une application immédiate de la méthode de séparation de l'acide phosphorique que j'ai eu l'honneur de soumettre récemment au jugement de l'Académie (1). L'emploi simultané du nitrate et du carbonate d'argent rendant le départ de l'acide phosphorique aussi facile que rigoureux, je me suis attaché à séparer la magnésie à l'état de phosphate double ammoniacal, seule forme de précipitation de cette base, qui ne laisse rien à désirer.

» La marche fondée sur ce principe consiste à précipiter d'abord la magnésie, en présence de chlorhydrate d'ammoniaque et d'ammoniaque libre, par du phosphate d'ammoniaque chimiquement pur. Le sel que livre le commerce contient souvent un peu de soude, et ne peut pas dès lors servir pour cet objet; mais il est aisé de se procurer ce réactif dans un état de pureté convenable. Il suffit, pour cela, de faire passer jusqu'à refus un courant d'hydrogène sulfuré dans de l'eau qui tient en suspension du phosphate de plomb tribasique bien lavé et récemment précipité, de séparer le sulfure de plomb par le filtre et de saturer par l'ammoniaque le liquide préalablement réduit par l'évaporation.

» Le phosphate ammoniaco-magnésien, recueilli avec les précautions d'usage, est transformé par la calcination en pyrophosphate; son poids fait connaître la quantité de magnésie qui se trouvait primitivement en présence des alcalis.

---

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1859, 2e semestre, t. XLIX, p. 997.

» Le liquide filtré, réuni aux eaux de lavage, contient les alcalis, des sels ammoniacaux et l'excédant de l'acide phosphorique ajouté pour précipiter la magnésie. Après l'avoir évaporé jusqu'à siccité, on soumet le résidu à une calcination ménagée, mais suffisante cependant pour l'expulsion des sels ammoniacaux. Il faut ensuite reprendre ce résidu par l'eau, ajouter à la solution d'abord du nitrate d'argent, puis un léger excès de carbonate de la même base. Si les alcalis sont à l'état de chlorures, on n'a pas à se préoccuper du précipité que détermine l'addition de nitrate d'argent, et il est inutile de le séparer, car il n'entrave pas l'action du carbonate ni la séparation de l'acide phosphorique ; dans ce cas, il importe seulement d'ajouter assez de nitrate d'argent pour qu'après la séparation du chlore il en reste un excès suffisant dans la liqueur. Quand le précipité de phosphate d'argent s'est bien rassemblé, et que le liquide est limpide et tout à fait neutre, on filtre et on élimine du liquide filtré l'excédant d'argent par l'acide chlorhydrique (1). Les alcalis sont alors dans une solution entièrement exempte de tout principe fixe étranger, et peuvent être déterminés sans peine par les procédés usuels. »

ZOOLOGIE. — *Nouvelle observation sur la perforation des roches par certains mollusques acéphales; par* **M. H. Aucapitaine.**

(Commissaires précédemment nommés : MM. Élie de Beaumont, Milne Edwards, Valenciennes.)

« M. l'amiral du Petit-Thouars a présenté dernièrement à l'Académie des Sciences une Note sur les Tarets et les coquilles lithodomes, dans laquelle ce savant officier fait observer qu'il serait curieux de constater où l'on retrouve dans les roches habitées par les lithophages la voie d'introduction de ces mollusques, dont il doit toujours subsister des traces après leur entrée.

» M'étant précédemment occupé de ces faits sur les bords de l'Océan, et ayant depuis eu occasion de renouveler mes observations sur le littoral de l'Algérie, j'ose espérer pouvoir répondre à cette question.

» Chaque bloc, roche calcaire, siliceuse ou granitique, habitée par des perforants, est extérieurement percé de petites ouvertures concentriques, par lesquelles on peut quelquefois voir l'animal allonger son siphon branchial.

---

(1) La liqueur contenant actuellement un peu d'eau régale ne doit pas être évaporée dans des vases de platine.

» On doit admettre, et les faits observés me conduisent à ce résultat, que rejetés par le Pholade (ou tout autre lithophage), les jeunes, fidèles à la loi de leur espèce, commencent à se creuser, sur le rocher où les pousse le hasard du flot, le tube dans lequel ils ne tardent pas à s'introduire pour s'y développer et mourir. Ainsi s'explique l'extrême petitesse de l'orifice des loges des mollusques lithodomes si peu en rapport avec la grosseur des coquilles.

» Il est certain, comme l'avance M. l'amiral du Petit-Thouars, que beaucoup de perforants habitent des terrains vaseux, plus tard transformés en couches solides. Les nombreux atterrissements observés sur les côtes de la Vendée offrent des exemples remarquables de ce fait, signalé, je crois, ailleurs par des voyageurs. Mais il n'en est pas moins vrai que des quantités innombrables de ces animaux se creusent des loges dans les falaises calcaires, dans des masses granitiques. J'ai observé des perforants (*Pholas*, *Venerupis*, *Gastrochæna modiolina*, Lk, dont la coquille est si fragile) habitant les poudingues ferrugineux d'une dureté extrême de l'îlot Joinville, dans le port de Cherchel. Tout récemment j'éprouvai de grandes difficultés à briser des fragments basaltiques transpercés par ces animaux à Mars'-el-Fahm, et sur plusieurs autres points où j'ai séjourné, du Sah'-el-Kabyle compris entre Bougie et Dellys.

» Partout on reconnaît la présence de ces innombrables lithophages (1) aux petits trous par où ils ont d'abord pénétré dans le roc et par lesquels plus tard ils respirent, vivent, se nourrissent et reproduisent.

» En admettant, comme l'ont prouvé MM. Caillaud de Nantes et le zoologiste anglais Robertson, que les perforants des genres *Pholas, Lithodomus*, ont la faculté de percer les roches les plus dures à l'aide de leurs coquilles, pieds et siphons, cela au moyen d'un mouvement rotatoire opéré par l'animal en contractant violemment son corps rempli d'eau qu'il expulse avec force avec son tube charnu, il ne peut en être ainsi pour d'autres acéphales, tels que les *Saxicava, Periploma, Petricola, Venerupis,* auxquelles leurs loges exiguës ne permettent aucun mouvement rotatoire ou autre; on retrouve, en effet, dans les cavités habitées par ces mollusques l'impression exacte des valves, et celle même du ligament externe, l'animal y est enchâssé de telle sorte qu'il ne peut absolument bouger. L'observateur est ici forcé de chercher un agent autre que le mouvement méca-

(1) J'ai parlé des ravages sérieux que font les lithophages aux falaises du golfe de Gascogne dans une Note à la Société Géologique de France en 1853.

nique pour expliquer les moyens employés par des mollusques dont le test couvert de délicates aspérités est souvent très-mince, pour se perforer une loge sans altérer la coquille. Ce moyen tel que l'a fait observer, il y a déjà bien des années, Fleuriau de Bellevue (*Journal de Physique;* germinal, an X, p. 4 et suiv.), et comme je l'ai répété depuis, ne peut être qu'un principe dissolvant sécrété par les parties du manteau qui déborde légèrement la valve (ce qui permet à l'animal de ne pas altérer son enveloppe testaire); c'est alors qu'au moyen de leurs pieds, presque rudimentaires, les Saxicaves, Venerupes, etc., détachent les parcelles décortiquées par cet agent dissolvant, parcelles expulsées ensuite par l'eau rejetée par les branchies. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Périodicité des grands hivers; par* **M. E. Renou.**

(Commissaires, MM. Élie de Beaumont, Pouillet, Regnault.)

« Depuis longtemps on a cherché si les principaux phénomènes météorologiques ne seraient pas soumis à des retours périodiques; mais les auteurs qui ont cru trouver de ces périodes simples ne sont arrivés à aucune conclusion qui soutienne l'examen (1). Une des raisons qui rendent difficile la découverte des longues périodes, c'est que les observations thermométriques sont de date récente et que, pour les siècles passés, on n'a que les notions vagues et incomplètes de l'histoire. Néanmoins, quelques phénomènes, parmi lesquels on peut placer au premier rang les hivers rigoureux, frappent vivement les hommes et produisent d'ailleurs des effets qui les caractérisent nettement.

» Il ne sera question ici que de ce genre de phénomènes. Disons d'abord ce que c'est qu'un grand hiver; pour être classé ainsi, un hiver doit présenter à Paris des minima de —15 à —18 degrés au moins et des moyennes se maintenant pendant un mois à plusieurs degrés au-dessous de zéro : de plus il doit embrasser une grande surface et dépasser de beaucoup les limites de la France. La congélation simultanée de la Seine et du Pô, celle du Rhône, des lagunes de Venise ou des ports de la Méditerranée, qui supposent des froids soutenus de plus de 20 degrés, caractérisent nécessairement des hivers rigoureux.

» En parcourant les tables qui ont été publiées à différentes époques,

---

(1) Il n'est point question ici de la période qui suit ou à peu près la rotation du soleil, récemment découverte par M. Buys-Ballot, et qui paraît n'avoir rien de commun avec des périodes comprenant plusieurs années.

notamment celles du docteur Fuster et celles d'Arago, étendues et complétées par M. Barral, on reconnaît que les grands hivers sont fort inégalement distribués; mais, au lieu de se disséminer d'une façon arbitraire, ils forment des groupes naturels de quatre à six, répartis autour d'un hiver plus rigoureux que j'appellerai *hiver central*, en appliquant à ceux qui l'accompagnent la dénomination d'*hivers latéraux*. Quand on a réuni ainsi par groupes les hivers rigoureux, la loi de leur distribution est évidente : ils se reproduisent après des intervalles de 41 ans ou un peu plus; seulement, de temps en temps, la période s'efface ou plutôt est masquée, le froid se disséminant sur un plus grand nombre d'hivers moins longs, moins rigoureux et plus espacés; mais, en moyenne, les grands hivers occupent un espace de 20 ou 21 années et laissent un autre intervalle égal sans hivers notables. Dans ce dernier intervalle on a bien sous le climat de Paris des hivers d'une certaine rigueur, mais tantôt les minima sont très-isolés, comme dans l'hiver de 1847, tantôt la moyenne d'un mois est assez basse, comme en janvier 1848, sans que le minimum atteigne même le minimum moyen d'un hiver ordinaire. On est alors frappé de la différence d'allure qu'offrent les deux périodes et des différences des minima extrêmes par des circonstances atmosphériques qui paraissent identiques.

» Voici le tableau des hivers rigoureux réunis par groupes avec les minima extrêmes en regard; ces minima sont tous des températures au-dessous de zéro.

| | | |
|---|---|---|
| **1830** | 1840..... | 13°,2 |
| | 1838..... | 19,0 |
| | 1830..... | 17,2 |
| | 1829..... | 17,0 |
| | 1823..... | 14,6 |
| | 1820..... | 14,3 |
| **1789** | 1802..... | 15,5 |
| | 1799..... | 17,6 |
| | 1795..... | 23,5 |
| | 1789..... | 21,8 |
| | 1784..... | 19,1 |
| | 1776..... | 19,1 |
| **1748** | » | » |
| **1707** | 1716..... | 19,7 |
| | 1709..... | 23,1 |
| | 1696..... | » |
| | 1695..... | 17,9 |
| **1666** | 1677 | |
| | 1672 | |
| | 1670 | |
| | 1665 | |
| | 1663 | |
| | 1660 | |
| | 1658 | |
| | 1656 | |
| **1624** | » | |
| **1582** | 1595 | |
| | 1591 | |
| | 1584 | |
| | 1571 | |
| **1500** | 1511 | |
| | 1508 | |
| | 1503 | |
| | 1499 | |
| | 1494 | |
| | 1490 | |
| **1458** | 1469 | |
| | 1464 | |
| | 1460 | |
| | 1458 | |
| | 1443 | |
| **1416** | 1422 | |
| | 1420 | |
| | 1408 | |

» Les minima des hivers de 1795, 1709, 1665 et la grande analogie des effets produits par le froid dans ces années et dans les grands hivers des siècles précédents font voir que — 23 degrés est un terme fixe qui se reproduit à chaque période, du moins dans les conditions où l'on observe à Paris, et que, bien loin de constituer une température exceptionnelle, il représente un état atmosphérique normal à chaque renouvellement de la période. On remarque, il est vrai, qu'en 1830 le froid n'a point dépassé 17°,2 à Paris; mais ce froid remarquablement modéré, en rapport avec une extension un peu plus orientale que d'habitude du climat marin entre la Loire et Bruxelles, coïncidait avec une atmosphère plus calme et une stabilité de temps telle, que la moyenne des trois mois d'hiver a été certainement plus basse qu'en 1795, 1789 et 1709. On sait, en effet, que les extrêmes de chaleur ou de froid amènent promptement les vents de sud-ouest et le changement de temps. Du reste, cette immunité dont jouissait Paris en 1830 ne s'étendait pas bien loin, car on a observé les degrés de froid suivants :

| | |
|---|---|
| La Chapelle près Dieppe | 19°,8 |
| Agen | 23,8 |
| Aurillac | 23,6 |
| Nancy | 26,3 |

On retrouve ainsi cette température de 23 à 24 degrés que nous venons de signaler, un peu moindre vers la mer, un peu plus forte vers le continent.

» Les principaux hivers latéraux présentent la même régularité, ainsi qu'on le voit par le tableau suivant des minima observés à Paris :

| | |
|---|---|
| 1838 | 19°,0 |
| 1799 | 17,6 |
| 1776 | 19,1 |
| 1716 | 19,7 |
| 1695 | 17,9 |

Tous ces minima sont voisins de 18 à 19.

» Dans l'intervalle d'une période à l'autre les minima sont infiniment moins bas : ainsi, de 1802 à 1820, le thermomètre ne s'est pas abaissé au-dessous de 12°,5; de 1840 à 1859, le froid n'a pas dépassé 14°,7, minimum très-isolé qui a eu lieu le 19 décembre 1846 après un été extrêmement chaud.

» La période qui doit suivre 1830 est celle de 1871 avec un premier latéral en 1861, à un ou deux ans près. Or, nous voici précisément arrivés à ce premier hiver de la série, et le froid des 19 et 20 décembre tombe trop

complétement dans mes prévisions pour que j'aie pu différer la publication de cette Note. Je ne serais pas étonné qu'à une prochaine reprise du froid le thermomètre de l'Observatoire descendît plus bas qu'en décembre. Nous aurons après cet hiver un ou plus probablement deux hivers de rigueur croissante, jusqu'à un hiver central qui tombera vers 1871; puis une période décroissante jusque vers 1881 (1).

(1) Il me paraît essentiel d'ajouter un mot sur la valeur des chiffres thermométriques obtenus dans les observatoires. Les nombres que j'ai cités sont ceux trouvés à l'Observatoire de Paris ou dans les établissements qui l'ont précédé. Ces nombres n'ont qu'une valeur relative, et encore cette valeur relative n'existe-t-elle que dans des circonstances atmosphériques semblables. C'est heureusement le cas des minima extrêmes qui ont tous lieu par un temps calme et serein. Leur valeur absolue est au contraire à peu près nulle; l'influence d'une agglomération aussi vaste que Paris est plus grande que presque partout ailleurs, et cette influence est d'autant plus grande que les abaissements de température sont plus considérables et plus rapides. On en jugera par quelques nombres que je vais citer. Dans le tableau que j'ai dressé à cet effet, j'ai placé à côté des nombres de l'Observatoire de Paris ceux que j'ai trouvés dans la plaine au sud de Choisy-le-Roi, à une altitude de 43 mètres, avec un petit thermomètre à mercure tourné en fronde loin de tout obstacle; j'ajouterai que j'ai pris toutes les précautions convenables pour pouvoir répondre complétement des degrés marqués par mes thermomètres dans toute l'étendue de leur échelle.

| | | | Paris. | Choisy. |
|---|---|---|---|---|
| | | | ° | ° |
| 1859. Décembre | 19. | 8h m. | −14,9 | −19,5 |
| | | 9h m. | −14,1 | −16,5 |
| | 20. | 8h m. | −15,9 | −21,7 |
| | | 9h m. | −15,5 | −20,4 |
| | | Midi. | −10,3 | −11,4 |
| | | 3h s. | − 7,9 | − 9,3 |
| | 21. | 8h m. | − 1,7 | − 0,4 |
| | | 9h m. | − 0,9 | + 0,6 |

Les températures de 8 heures du matin qui sont le minima dans cette saison sont les plus erronées à Paris : la différence est moindre à midi et à 3 heures du soir; elle augmente de nouveau dans la soirée. L'amplitude des mouvements thermométriques est plus grande à la campagne, où le dégel se fait sentir plus tôt qu'à Paris. La différence de près de 6 degrés constatée le 20 à 8 heures du matin est la plus grande que j'ai trouvée jusqu'ici; mais dans mes nombreuses expériences, des différences de 2 à 4 degrés sont fréquentes et toujours dans le même sens.

Il est possible que l'erreur actuelle de l'Observatoire soit plus grande qu'autrefois à cause de l'accroissement de Paris, et que les températures de 23 à 24 degrés ne puissent plus s'y reproduire; mais si elles se représentent, elles correspondront dans la campagne environnante à des froids de 27 à 29 degrés.

» J'ai laissé en blanc les périodes de 1748 et de 1624 : c'est que ces années correspondent à des périodes troublées dans lesquelles les hivers rigoureux ne sont plus concentrés dans un espace de 20 ans, mais s'allongent au contraire de manière à rejoindre presque les périodes voisines. Ainsi de 1729 à 1768 on rencontre un grand nombre d'hivers assez rigoureux, surtout ceux de 1740, 1742, 1754, 1767, 1768. La période de 1624 est remplacée par quelques rudes hivers échelonnés de 1600 à 1638.

» J'aurais pu prolonger le tableau des grands hivers au-dessous du XV^e siècle, mais les documents deviennent alors de plus en plus incomplets et incertains. Néanmoins, on retrouve de temps en temps des froids sur l'intensité desquels on ne peut se méprendre, tels que ceux de 822, 860, 864 dans lesquels le Rhône et les lagunes de Venise ont gelé. Pour faire entrer ces hivers dans le tableau, il faudrait allonger un peu la série de 41 ans et la porter à 42 ans, du moins pendant quelques siècles.

» Il est naturel de se demander quelle cause peut produire de temps en temps des hivers si différents des hivers ordinaires, pendant combien de temps cette cause agit, si elle est restreinte aux hivers ou si elle affecte les autres saisons, enfin sur quelle étendue elle se fait sentir à la fois.

» En étudiant mois par mois les années affectées d'hivers rigoureux, on reconnaît que ces hivers ne viennent point d'une cause de refroidissement spéciale, mais d'irrégularités plus grandes que d'habitude; à côté des grands hivers se trouvent des hivers exceptionnellement doux, comme ceux de 1796, 1822, 1834; des étés très-froids et des étés très-chauds.

» Les hivers rigoureux paraissent susceptibles de s'étendre indéfiniment vers les pôles, mais ils n'affectent point les régions équatoriales, si ce n'est peut-être en modifiant d'une fraction de degré la température de quelques mois, en y excitant des pluies plus abondantes et des vents plus forts; on peut supposer que leur effet s'arrête à la limite des vents alizés, vers 30 degrés de latitude, limite remarquable qui est aussi à peu près celle des hivers proprement dits et qui divise chaque hémisphère en deux parties équivalentes : c'est même là ce qui l'a déterminée. Il est probable que, dans cette moitié soumise aux hivers, chaque contrée doit être visitée à son tour par un hiver rigoureux, et comme alors la moitié de la terre doit être parcourue en 41 ans, l'hiver doit s'étendre à la fois sur un 82^e du globe ou sur une surface égale à douze fois celle de la France. C'est en effet à peu près l'étendue que semblent embrasser les grands hivers. Ils paraissent occuper un espace un peu allongé du nord-est au sud-ouest; je suis porté à croire qu'ils

se propagent de l'est à l'ouest de manière à parcourir l'hémisphère nord en 20 ou 21 ans, puis l'hémisphère sud pendant un temps égal et tandis que nous n'avons plus que des hivers ordinaires. Seulement le caractère essentiellement marin de l'hémisphère sud y doit rendre les grands hivers beaucoup moins tranchés que chez nous.

» Dans une prochaine Note, je traiterai la question des grands étés. »

BOTANIQUE. — *Monographie du* Cynomorium coccineum; *par* **M. Weddell.**

(Commissaires, MM. Brongniart, Decaisne, Tulasne.)

« Le *Cynomorium coccineum* forme un des types les plus remarquables de la famille des Balanophorées; seul parmi ces plantes il croît dans quelques points du midi de l'Europe et fut signalé anciennement sous le nom de *Fungus melitensis*.

» Ses principaux caractères ont été bien établis par L.-C. Richard dans son Mémoire sur les Balanophorées, mais il restait, malgré les travaux récents de plusieurs botanistes, à étudier beaucoup de points importants de son organisation.

» M. Weddell, qui avait déjà examiné plusieurs genres exotiques de cette même famille pendant ses voyages en Amérique, a été passer dans les environs d'Oran le temps nécessaire pour bien étudier sur le vivant cette plante singulière. Elle est fréquente, dans cette partie de l'Algérie, dans les terrains salés soit du bord de la mer, soit de l'intérieur des terres, et croît parasite sur les plantes les plus diverses. C'est ainsi qu'elle se fixe également sur des monocotylédones de la famille des Graminées et sur des dicotylédones ligneuses, vivaces ou annuelles, des familles les plus différentes, telles que les Légumineuses, les Tamarix, les Chénopodées, les Statices, etc. Son mode de connexion avec ces diverses plantes, au moyen de ses radicules, est décrit avec détail ainsi que la structure anatomique de son rhizome et de ses tiges florales qui participent, par quelques-uns de leurs caractères, de ceux des monocotylédones et des dicotylédones.

» Les spadices renflés en massue qui portent un nombre considérable de petites fleurs présentent ce fait jusqu'alors négligé, que ces fleurs y sont groupées en petites cymes dichotomes composées de fleurs mâles et femelles et rarement de fleurs hermaphrodites.

» Mais les faits les plus importants signalés dans ce Mémoire portent sur

la structure de l'ovule et de la graine; cet ovule, suspendu dans la cavité de l'ovaire, offre l'organisation complète des ovules ordinaires et ne s'éloigne pas de leur structure habituelle comme quelques auteurs l'ont pensé. On y retrouve un tégument et un nucelle, la chalaze et le micropyle. La graine renferme un albumen charnu et un embryon celluleux lenticulaire acotylédoné contenu dans cet albumen près du micropyle.

» La germination de ces petites graines que M. Weddell a pu suivre dans ses premières périodes offre ce phénomène tout à fait inattendu, que la radicule, au lieu de descendre dans le sol, s'élève verticalement, en reprenant cette direction lorsqu'on la change de position, et s'applique ensuite contre les radicelles des jeunes plantes avec lesquelles on la met en rapport. Cette exception à une des lois les plus constantes de la végétation est un fait très-intéressant qui devra appeler l'attention des physiologistes sur la germination d'autres plantes parasites sur les racines. »

M. Ch. Rouget soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Télescope à miroirs cylindriques paraboliques croisés ».

Dans la Lettre d'envoi, l'auteur demande qu'une Note qu'il avait précédemment adressée sous pli cacheté, soit renvoyée à la Commission qui aura à examiner son Mémoire.

Le pli en question dont l'Académie avait accepté le dépôt le 25 janvier 1858, et qui est ouvert aujourd'hui, renferme une Note sur les télescopes à miroirs composés de surfaces cylindriques.

Le nouveau et l'ancien Mémoire sont renvoyés à l'examen d'une Commission composée de MM. Pouillet, Faye et de Senarmont.

M. Charrière adresse la description et la figure de deux bras artificiels construits dans ses ateliers pour M. Roger, et auxquels a été adapté l'appareil de traction imaginé par M. Van Peterssen qui, dans la précédente séance, en a revendiqué l'invention.

(Renvoi à l'examen des Commissaires désignés pour la Note de M. Mathieu et la réclamation de M. Van Peterssen : MM. Rayer, Velpeau, Combes, Jobert de Lamballe.)

M. Dumorisson adresse de nouveau un Mémoire qu'il avait retiré après l'avoir présenté une première fois, et qui a pour titre : « Sur un moyen de

rendre fixes, invariables et indestructibles, les points d'attache des lignes de délimitation et les points de repère, quelle que soit leur destination.

(Renvoi à l'examen des Commissaires précédemment désignés : MM. Poncelet, Pouillet, Combes )

M. **Omboni** envoie de Milan un Résumé de ses travaux et de ceux de M. l'abbé *Stoppani* sur les *terrains sédimentaires de la Lombardie*. Ces résultats, déjà communiqués à la Société géologique qui s'est fondée à Milan en 1855, doivent paraître *in extenso* dans les Actes de cette Société.

(Commissaires, MM. Elie de Beaumont, de Verneuil, Ch. Sainte-Claire Deville.)

M. J. L. **Romanacé** adresse d'Oletta (Corse) un Mémoire sur le traitement du *choléra asiatique*, Mémoire destiné au concours pour le prix du legs Bréant.

(Renvoi à l'examen de la Section de Médecine et de Chirurgie constituée en Commission spéciale.)

M. l'abbé **Besset** envoie de Brie, près Larochefoucauld (Charente), une Note sur divers systèmes de signaux qu'il a imaginés pour les *chemins de fer* et au moyen desquels il suppose qu'un train en mouvement pourra toujours être averti à temps que la voie qu'il doit parcourir n'est pas libre.

(Renvoi à la Commission des chemins de fer.)

## CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics adresse pour la Bibliothèque de l'Institut un exemplaire du Catalogue des Brevets d'invention pris en 1859.

MM. les Curateurs de l'Université de Leyde adressent au nom des Universités Néerlandaises et des Athénées d'Amsterdam et de Deventer, un exemplaire de leurs Annales pour l'année 1855-56.

Le Surintendant du relevé géologique de l'Inde et du Muséum géologique de Calcutta adresse la première partie du second volume des Mémoires publiés par la Commission chargée de cette opération, et prie l'Académie

de vouloir bien comprendre la bibliothèque du Muséum dans le nombre des établissements scientifiques auxquels elle fait don de ses publications.

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. **Milne Edwards** présente, de la part de *M. Van der Hoeven*, un Mémoire sur l'anatomie du Potto, et il rend brièvement compte de ce travail.

M. **le Secrétaire perpétuel** présente, au nom de *M. Zantedeschi*, divers opuscules et articles imprimés dans des journaux scientifiques, relatifs les uns à une question dont l'auteur a déjà fait l'objet de précédentes publications, la revendication en faveur de *J.-D. Romagnosi* de la découverte de l'électro-magnétisme; un autre à l'orgue automatique de *Marzolo*, instrument qui note et imprime les improvisations du compositeur; un autre à un tremblement de terre ressenti à Padoue le 20 janvier 1859; un autre enfin à la lumière polarisée des comètes et à la nature probable de l'atmosphère des planètes. Dans la Lettre qui accompagne cet envoi, le savant italien exprime le regret d'avoir vu interrompre par une maladie des yeux les recherches qu'il avait commencées à l'occasion des phénomènes présentés par la comète de Donati.

M. **le Secrétaire perpétuel** communique des extraits d'une Lettre que lui a adressée de Boston *M. Jackson*, en date du 27 novembre dernier, et qui a rapport, d'une part, à la découverte récente faite en Californie près de Los Angeles de *minerais d'étain*, l'autre à du *fer météorique* trouvé dans l'Orégon sur la montagne de Rogue-River.

Le minerai d'étain avait été pris pour un minerai d'argent et lui fut envoyé comme tel pour qu'il en fît l'essai; les échantillons étaient par gros morceaux de plus de six pouces de diamètre, indiquant un filon d'une certaine puissance. « La richesse, dit M. Jackson, en est très-grande, car il contient 77 pour 100 d'oxyde d'étain, correspondant à 60,5 de métal. J'en ai obtenu quatre livres de très-bon étain. Ce minerai, qui n'a presque rien de cristallin, n'attire l'attention que par sa pesanteur; à sa couleur et à l'aspect général on le prendrait aisément pour un minerai de fer. Depuis mes premiers essais j'ai appris qu'on avait dû en expédier vers la côte de l'Atlantique, une quantité considérable pour y être réduite.

» Le *fer météorique* me fut remis avec différents spécimens de roches et de minéraux par *M. S. Evans*, géologue du gouvernement pour les territoires

de Washington et de l'Orégon ; il avait l'aspect d'un fragment de scorie contenant dans ses cavités des cristaux jaunâtres d'olivine ou chrysolithe. A l'analyse j'ai trouvé qu'il contenait 10 pour 100 de nickel et une petite proportion du composé de phosphore et de fer connu sous le nom de *Schreibersite*. Il se rapproche donc beaucoup du fameux météorite de Sibérie, décrit par Pallas. Ayant pris des informations près du géologue qui me l'avait remis et qui lui supposait une origine terrestre, j'en reçus les renseignements suivants. Il avait été trouvé, comme je l'ai déjà dit, sur la montagne de Rogue-River, à 40 milles de Port-Orford. Il y avait là une masse s'élevant au-dessus du sol herbeux de près de 5 pieds; mais comme cette localité était occupée par une tribu hostile, il n'y avait pas sûreté à s'y arrêter et on ne put continuer les recherches. J'ai porté ce fait à la connaissance du Gouvernement, en demandant qu'on fournît à M. Evans les moyens nécessaires pour faire transporter cette masse que je désirerais voir placée au Musée Smithsonien. C'est, ce me semble, une pièce trop précieuse pour qu'on la laisse se perdre ou rester oubliée dans un désert.

» Parmi les roches rapportées par M. Evans, il y a abondance de trachytes et de trachyto-porphyres semblables à ceux de Hongrie, et quelques échantillons de basalte. Entre les curieux produits de cette région volcanique, il faut comprendre encore des lignites du miocène tertiaire qui ressemblent à l'anthracite et brûlent avec une flamme bleue; ils sont d'ailleurs très-riches en carbone. »

MINÉRALOGIE. — *Sur quelques propriétés du nickel; par* **M. Ch. Tissier.**

« Le nickel, placé près du fer dans la table électro-chimique de Berzelius de même que dans la classification par familles d'Ampère, se retrouve encore à côté de ce métal suivant l'ordre adopté par M. Thenard d'après l'affinité pour l'oxygène. Cependant, si ce métal se rapproche du fer par le nombre de son poids atomique ainsi que par l'analogie de ses composés et surtout de ses sels, il n'en est plus de même lorsque l'on considère sa résistance aux divers agents chimiques que nous employons dans nos laboratoires. Ainsi, l'on croit généralement que le nickel, d'après sa place dans l'ordre électro-chimique, précipite le cuivre de ses dissolutions, absolument comme le feraient le fer ou le zinc. Il n'en est rien : j'ai laissé du nickel fondu et bien décapé pendant quinze heures dans une liqueur contenant un mélange de sel ammoniac et de sulfate de cuivre dans la proportion d'une partie de sels pour dix parties d'eau ; au bout de ce temps, la plaque de

nickel, qui pesait avant l'expérience 18^gr^,925, n'avait pas précipité de cuivre et pesait encore 18^gr^,925. Une lame de bronze d'aluminium avait perdu dans les mêmes conditions 0^gr^,060, et une lame de maillechort blanc (alliage de cuivre contenant environ un tiers de nickel), avait perdu 0^gr^,072.

» Les acides, à l'exception de l'acide nitrique, n'ont qu'une très-faible action à froid sur le nickel fondu : en quinze heures, je n'ai pu dissoudre par l'acide sulfurique étendu de deux fois son poids d'eau, sur 18 grammes de nickel, que 0^gr^,032 de métal; et en faisant réagir sur la même quantité et dans le même espace de temps, de l'acide chlorhydrique ordinaire du commerce fumant, je n'ai pu dissoudre que 0^gr^,15 de métal.

» Si l'on compare ces résultats à ceux que fourniraient le fer, le zinc, le cuivre, le plomb et l'étain, l'on voit combien le nickel est supérieur à tous ces métaux et combien il se rapproche de l'argent, puisque, comme lui, il n'est réellement bien attaqué que par l'acide nitrique.

» C'est d'après les considérations précédentes que je me suis demandé si le nickel que le commerce peut livrer maintenant au-dessous de 20 francs le kilogramme ne pourrait pas recevoir des applications beaucoup plus étendues que celles qu'il a reçues jusqu'à ce jour et qui ne sont guère limitées qu'à la fabrication du maillechort, alliage où il entre beaucoup trop de cuivre pour que l'on puisse apprécier les qualités du nickel. Ce métal peut être obtenu assez pur pour qu'on puisse le forger, le laminer et l'étirer; il possède sous cet état à peu près la même résistance que le fer; d'après M. Wertheim, la ténacité du nickel serait à celle du fer comme 90 : 70; elle lui serait donc supérieure. C'est donc à l'état de pureté que le nickel devrait recevoir les applications nombreuses dont il est susceptible. J'en citerai ici une seule comme exemple : c'est la confection des râcles ou *docteurs* employés pour enlever aux rouleaux d'impression, dans la fabrication des toiles peintes, l'excès de mordant ou de matières colorantes dont on les imprègne. Ces lames, ordinairement en acier, sont détruites avec une très-grande rapidité, surtout lorsqu'elles se trouvent en contact avec le sulfate de cuivre ou autres sels qui peuvent entrer dans la composition des couleurs. En nickel, elles présenteraient une grande résistance à l'altération (1).

» Si l'on réfléchit que, quoique possédant plusieurs mines de nickel, la France a été jusqu'ici tributaire de l'Allemagne pour ce métal, on ne sau-

(1) La substitution de râcles inaltérables à ceux actuellement employés est une des questions mises au concours par la Société industrielle de Mulhouse pour l'année 1859.

rait trop souhaiter que l'importance des applications qu'il peut recevoir devienne un encouragement pour cette branche de la métallurgie. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la déperdition de l'électricité statique par l'air et les supports; par* M. **Charault**.

« Plusieurs séries d'expériences faites pour découvrir la loi de déperdition de l'électricité par l'air avaient conduit Coulomb à admettre que dans l'air ordinaire, c'est-à-dire dans l'air renfermant toujours une certaine quantité de vapeur d'eau, la déperdition due au seul contact du gaz est à chaque instant proportionnelle à la quantité d'électricité existant sur le corps soumis à l'expérience. Coulomb avait reconnu en outre qu'à température constante le coefficient de la perte varie beaucoup avec l'état hygrométrique : il fut trouvé $\frac{1}{13}$ un jour où l'hygromètre marquait 87 degrés, et $\frac{1}{56}$ seulement un autre jour où l'hygromètre n'indiquait plus que 69 degrés; dans les deux cas, la température et la pression étaient sensiblement les mêmes.

» Cette rapide variation suffisait pour montrer que la petite quantité de vapeur renfermée dans l'air atmosphérique est la cause principale de la déperdition électrique qu'on y observe : elle montrait de plus que les expériences de Coulomb étaient insuffisantes pour établir la loi de la déperdition dans l'air sec.

» M. Matteucci reprit cette importante question : ses expériences confirment la loi de déperdition dans l'air humide, mais en même temps elles montrent jusqu'à l'évidence combien faible est la part de l'air sec dans ces effets de déperdition. Quelque faible que soit cette influence, il était important de l'étudier avec soin : nous l'avons fait dans une longue série d'expériences dont nous avons consigné les résultats dans le premier chapitre de ce Mémoire.

» Nous avons opéré avec une balance de Coulomb dont l'air était maintenu à l'état de dessiccation complète ou amené à des états hygrométriques bien définis, et nous avons choisi comme méthode d'expérience celle qui fut mise en usage par M. Biot dans ses recherches relatives à la déperdition comparée des deux électricités. Le partage électrique ayant eu lieu entre les deux boules de l'appareil et leur écart primitif ayant été mesuré, on les laissait se rapprocher spontanément par l'effet de la déperdition; on observait ainsi différentes distances angulaires à divers instants comptés à partir de l'observation de la première. Nous avons constaté que, dans l'air sec

comme dans l'air humide, la quantité d'électricité F′ qui existe au bout du temps $t$ sur un corps isolé possédant initialement une charge F, est donnée par l'équation $F' = Fa^t$, dans laquelle $a$ possède une valeur moindre que l'unité : dans le cas de l'air sec, $a$ est très-voisin de l'unité.

» Toutes les expériences que M. Matteucci a faites sur la déperdition dans l'air sec confirment ce résultat, ainsi qu'il est facile de le voir en les calculant avec soin.

» Coulomb et M. Matteucci ont constaté que la grandeur absolue des pertes faites pendant des temps égaux par un corps isolé et électrisé, augmente rapidement avec l'état hygrométrique lorsque la température reste constante.

» En ces circonstances, la quantité de vapeur s'accroît avec l'état hygrométrique; mais si la température s'abaissait tandis que l'état hygrométrique augmente, il pourrait se faire que la quantité de vapeur dissoute dans l'air au lieu de s'accroître restât constante ou même diminuât : que deviendrait alors la vitesse de déperdition? Les expériences faites jusqu'ici étaient insuffisantes pour donner la solution de la question : nous avons cherché à combler cette lacune et réciproquement nous avons étudié la manière dont la déperdition varie quand l'état hygrométrique change sans que la quantité de vapeur dissoute dans l'air éprouve elle-même de variation sensible.

» Nous avons constaté que, sous l'influence d'un même poids de vapeur d'eau contenue dans un même volume d'air, la valeur du coefficient de déperdition $a$ s'abaisse à mesure que s'élève l'état hygrométrique de cet air et que sous l'influence d'un même état hygrométrique la valeur de ce coefficient de déperdition s'abaisse à mesure que s'accroît le poids de vapeur d'eau contenue dans un même volume d'air.

» Nous avons ensuite cherché à établir quelle influence exercent sur le phénomène les dimensions et la nature des enceintes dans lesquelles on l'observe : nous avons vu que, si la loi reste la même, le coefficient des pertes varie beaucoup.

» Puis revenant sur une question que Coulomb avait déjà abordée, nous avons cherché si dans une masse indéfinie la loi de déperdition est la même que dans une balance, et nos résultats, d'accord avec ceux de Coulomb, nous ont prouvé que l'équation $F' = Fa^t$ donne toujours la marche du phénomène. Nous avons procédé à ces expériences de la manière suivante : L'air de notre balance de torsion ayant été amené à un parfait état de siccité et l'appareil étant réglé, on électrisait la boule mobile en lui communiquant une

légère quantité d'électricité de même nature que celle d'une sphère A. On touchait cette sphère A avec la boule fixe de la balance et on notait l'époque que nous nommerons zéro ; on introduisait alors rapidement la boule fixe dans la balance, puis après un certain temps $\theta$ on notait un premier angle d'écart des deux boules. Cette mesure effectuée, on retirait la boule fixe, on la touchait avec un corps conducteur communiquant au sol, puis on la mettait de nouveau en contact avec la sphère électrisée A ; on notait l'époque T de ce contact : la boule, étant aussitôt introduite dans la balance, repoussait la boule mobile qui avait conservé son électricité, et à l'époque $T + \theta$ on mesurait l'angle d'écart des deux boules. Une troisième observation faite à l'époque T' donnait un troisième angle à l'époque $T' + \theta$ et, en opérant ainsi un certain nombre de fois, on avait une série d'angles d'écart, lus aux époques $\theta$, $T + \theta$, $T' + \theta$, $T'' + \theta, \ldots$, correspondants aux intensités de la sphère aux époques $\theta$, T, T', T'', ... ; de ces résultats numériques étaient déduites les valeurs du coefficient $a$.

» Enfin nous avons, par une méthode nouvelle, étudié la loi de la déperdition qui s'opère par des supports imparfaitement isolants.

» Une sphère de laiton était supportée par une longue tige de cristal, recouverte d'une légère couche de vernis à la gomme laque ; un tube de verre creux, également recouvert d'une mince couche de vernis, contenait dans son intérieur un fil d'argent très-fin qui établissait une communication permanente entre la sphère et la tige d'un électroscope à feuilles d'or. Une division angulaire permettait d'évaluer l'angle de ces dernières. Pour graduer l'appareil, on chargeait la sphère, le support ayant été bien desséché : on notait l'angle d'écart ; un aide tenant à la main, au moyen d'un manche isolant, une sphère identique à la première et non électrisée venait la mettre en contact avec celle-ci, puis s'éloignait rapidement : on notait immédiatement le nouvel angle d'écart : une série d'expériences semblables donnait une graduation susceptible d'être formulée en table.

» Les mesures avaient lieu de la manière suivante : Ayant chargé la sphère d'électricité, de telle sorte que les lames de l'électroscope divergeassent de 1 ou 2 degrés au-dessus de celui qu'on voulait prendre comme point de départ, on attendait que les lames coïncidassent avec ce dernier. A cet instant on notait l'heure, on attendait une nouvelle coïncidence des lames avec un autre degré, on notait l'heure de nouveau ; une série d'observations successives donnait la série des temps et les angles correspondants, d'où l'on déduisait les quantités d'électricité existant sur la sphère aux différents instants. Connaissant les quantités $q$ et $q'$ d'électricité existant aux temps zéro

et $t$, la formule $q' = q . b^t$, donnait la valeur du coefficient $b$ de déperdition. La déperdition totale beaucoup plus grande alors que celle que nous avons trouvée dans l'air libre en employant un support isolant complétement, se composait de deux parties : l'une due au contact de l'air et l'autre provenant de l'écoulement par le support. Or cette déperdition totale a toujours été trouvée proportionnelle à la charge : donc, puisque la déperdition par l'air est proportionnelle à la même charge, il faut qu'il en soit de même de celle qui s'opère par le support. Cette dernière était surtout due à ce que la gomme laque qui recouvrait le support absorbait une certaine quantité de vapeur d'eau, laquelle formait à sa surface une couche hygrométrique variable avec l'état hygrométrique de l'air. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement en séries des coordonnées des planètes; par* **M. Puiseux.**

« Soient $\zeta$ l'anomalie moyenne d'une planète, $u$ l'anomalie excentrique, $e$ l'excentricité de l'orbite, $\psi$ l'angle aigu dont le sinus est égal à $e$, E la base des logarithmes népériens, $i$ l'imaginaire $\sqrt{-1}$ : soit de plus

$$z = \mathrm{E}^{i\zeta}.$$

» On a besoin, pour les usages astronomiques, de développer les coordonnées rectangulaires X, Y, Z de la planète et les puissances positives ou négatives, entieres ou fractionnaires du rayon vecteur $r$ en séries de sinus et de cosinus d'arcs multiples de $\zeta$, ou, ce qui revient au même, en séries procédant suivant les puissances entières, positives et négatives de $z$. On facilite beaucoup la recherche de ces développements par l'introduction d'une nouvelle variable dont M. Cauchy a déjà fait usage et qui est définie par l'équation

$$s = \mathrm{E}^{iu} :$$

les quantités X, Y, Z, $r$ sont des fonctions rationnelles tres-simples de $s$, et la variable $s$ à son tour est une fonction de $z$ assujettie à vérifier l'équation transcendante

$$(1) \qquad s\,\mathrm{E}^{-\frac{e}{2}\left(s - \frac{1}{s}\right)} = z.$$

» Pour chaque valeur de $z$, l'équation (1) admet une infinité de racines et détermine par conséquent une infinité de fonctions de $z$ : mais si l'on

assujettit le module de $z$ à rester compris entre les deux limites

$$z_1 = \tan\frac{\psi}{2}\,E^{-\cos\psi}, \quad z_2 = \cot\frac{\psi}{2}\,E^{\cos\psi} = \frac{1}{z_1},$$

qui sont les valeurs de $z$ pour lesquelles l'équation (1) acquiert des racines égales, il y a une des fonctions $s$ qui est complétement déterminée par la condition de se réduire à l'unité pour $s = 1$ et de varier d'une manière continue avec $z$. Cette fonction, qui n'a qu'une seule valeur pour chaque valeur de $z$, est celle que nous désignerons dorénavant par la lettre $s$.

» Cela établi, il est aisé de prouver que non-seulement la fonction $s$, mais encore toute quantité de la forme $r^f X^a Y^b Z^c$ (où les exposants $a$, $b$, $c$ sont entiers et positifs, $f$ pouvant être fractionnaire ou négatif), sont développables en séries ordonnées suivant les puissances entières, positives et négatives de $z$, et ces développements subsistent tant que le module de $z$ est compris entre les limites $z_1$ et $z_2$. Cela revient à dire que les séries de la forme

$$\begin{aligned} A_0 + A_1 \cos\zeta + A_2 \cos 2\zeta + \ldots \\ + B_1 \sin\zeta + B_2 \sin 2\zeta + \ldots, \end{aligned}$$

auxquelles conduit la théorie du mouvement elliptique, restent convergentes, non-seulement pour toutes les valeurs réelles de $\zeta$, ce qui est bien connu, mais encore pour les valeurs imaginaires de cette variable dans lesquelles le coefficient de $i$ est moindre numériquement que la quantité

$$\log\cot\frac{\psi}{2} + \cos\psi.$$

» Quant aux coefficients de ces séries, on les obtient par la règle suivante : le nombre entier $p$ étant positif ou négatif et K désignant, soit la fonction $s$, soit une quantité de la forme $r^f X^a Y^b Z^c$, le coefficient de $z^p$ dans le développement de K suivant les puissances de $z$ est égal à celui de $s^p$ dans le développement du produit

$$K E^{\frac{pe}{2}\left(s - \frac{1}{s}\right)}\left[1 - \frac{e}{2}\left(s + \frac{1}{s}\right)\right],$$

ou encore au coefficient de $s^{p-1}$ dans le développement de

$$\frac{1}{p}\frac{dK}{ds} E^{\frac{pe}{2}\left(s - \frac{1}{s}\right)}.$$

» A l'aide de ce théorème on trouve sans difficulté les coefficients des termes généraux sous forme de séries ordonnées suivant les puissances croissantes de $e$. Si par exemple on suppose $K = s = E^{iu}$, on retrouve les développements connus de $\sin u$ et de $\cos u$, et par suite celui de la variable $u$ elle-même, en vertu de l'équation

$$u = \zeta + e \sin u.$$

Si l'on fait ensuite $K = r^{-2}$ et qu'on substitue le développement obtenu dans l'équation

$$dV = a^2 \sqrt{1 - e^2}\, r^{-2}\, d\zeta$$

(où V désigne l'anomalie vraie et $a$ le demi grand axe de l'orbite), il suffira d'intégrer les deux membres de l'équation différentielle ainsi formée pour avoir l'expression en série de l'équation du centre $V - \zeta$. On trouve de cette manière que, si l'on pose

$$V - \zeta = C_1 \sin \zeta + C_2 \sin 2\zeta + C_3 \sin 3\zeta + \ldots,$$

le coefficient $C_m$ du terme général a pour expression

$$= \frac{2\sqrt{1-e^2}}{m} \sum_{l=0}^{l=\infty} \left(\frac{e}{2}\right)^{m+2l} \sum_{p=0}^{p=m+2l} \frac{m^{m+2l-p}}{1.2\ldots(m+2l-p)} \times \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{p(p-1)\ldots(p-l+1)}{1.2\ldots l} \\ - \dfrac{m+2l-p}{1} \cdot \dfrac{p(p-1)\ldots(p-l+2)}{1.2\ldots(l-1)} \\ + \dfrac{(m+2l-p)(m+2l-p-1)}{1.2} \cdot \dfrac{p(p-1)\ldots(p-l+3)}{1.2\ldots(l-2)} \\ - \ldots\ldots \end{array} \right\}$$

» Dans une prochaine communication, je montrerai le parti qu'on peut tirer de la considération des variables $z$ et $s$ pour la recherche du terme général du développement de la fonction perturbatrice. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur les matières colorantes vertes contenues dans certains nerpruns de France comparées à celles des nerpruns de Chine;* *par* **M. Rommier**. (Extrait.)

« Je fais bouillir l'écorce fraîche du nerprun purgatif pendant une demi-heure avec une quantité suffisante d'eau pour qu'elle trempe complétement; puis je laisse refroidir, et j'abandonne le tout pendant quarante-huit heures; je décante ensuite le soir et j'étends le liquide d'un tiers de son volume d'eau de chaux. Le lendemain j'y verse une dissolution saturée d'alun, 7 à 8 grammes pour un litre, et je laisse déposer vingt-quatre heures. Au bout

de ce temps, j'y ajoute également par litre 4 à 5 grammes de carbonate de soude en dissolution; je laisse déposer une heure ou deux, puis je décante ou je filtre. L'eau de chaux, l'alun et le carbonate de soude forment des précipités bruns qu'il est inutile de séparer chaque fois par des filtrations.

» Arrivée à cet état de purification, la liqueur est prête. Si on veut teindre, on n'a qu'à y tremper une étoffe de coton ou de toile, et à l'exposer à l'ombre pour qu'aussitôt sèche, elle ait pris une teinte verte. Après quatre ou cinq immersions et dessiccations, on arrive à la nuance la plus forte qu'on puisse obtenir avec le nerprun purgatif; mais elle est toujours un peu pâle, et peu lumineuse à la lumière artificielle.

» Au lieu de teindre directement sur étoffe de coton, si on veut précipiter la matière colorante et obtenir ainsi la matière analogue au lo-kao des Chinois, on prend le liquide qui passe après la filtration du précipité formé par le carbonate de soude; ce liquide est jaune clair; on l'expose au soleil dans des vases très-plats. Il se fait alors une précipitation brune qui verdit presque aussitôt, mais cette précipitation s'arrête promptement. Pour la continuer, on y ajoute de temps en temps et alternativement quelques gouttes d'alun et de carbonate de soude en dissolution, ou mieux du sucrate de chaux. Au bout de deux ou trois jours d'exposition au soleil, l'opération est terminée. On recueille sur un filtre le précipité, on le lave, et on le dissout dans l'acide acétique. On obtient ainsi une dissolution verte, d'où l'ammoniaque précipite la matière colorante verte. Enfin on la recueille sur un filtre, et on la dessèche.

» Ainsi qu'on le voit par les expériences précédentes, le vert de Chine ne préexiste pas dans l'écorce du nerprun; il dérive d'une substance encore inconnue décomposée sous l'influence de la lumière en présence des alcalis, tels que la chaux libre ou à l'état de sucrate, le carbonate de soude; mais, phénomène remarquable, tandis que le soleil est nécessaire pour la précipitation de la matière colorante, il faut l'éviter si on veut teindre l'étoffe, qui, jouant probablement le rôle d'un corps poreux, contribue sans doute à suroxyder le vert de Chine en présence des rayons du soleil. Aussi les Chinois ne peuvent teindre que l'hiver par un temps sec; avec la matière du nerprun purgatif, probablement moins altérable, les choses se passent autrement. J'ai répété en effet mes expériences de teinture depuis les froids de janvier jusqu'aux plus grandes chaleurs de juillet, et j'ai toujours réussi soit à teindre sur coton, soit à précipiter la matière colorante verte.

» Comme le lo-kao des Chinois, cette matière colorante verte est soluble dans l'acide acétique, dans les dissolutions d'alun, de carbonate, de phos-

phate de soude, légèrement dans l'ammoniaque qui semble dissoudre de préférence le principe jaune qui entre dans sa composition. Mais sa plus grande analogie réside dans les réactions du chlorure stanneux et du sulfhydrate d'ammoniaque, réactions avec lesquelles M. Persoz a caractérisé le lo-kao.

» Le chlorure stanneux acide la réduit en jaune orangé, et l'exposition à l'air lui fait reprendre sa nuance verte.

» Le sulfhydrate d'ammoniaque la dissout légèrement et la réduit en pourpre tirant sur le brun, et si l'on y plonge une étoffe de soie ou de coton, et qu'on l'expose à l'air, l'étoffe se teint en vert, mais la nuance n'est pas belle.

» Elle ne se dissout pas dans l'eau de savon bouillante.

» Il est démontré, d'après ces réactions, que cette matière colorante, tirée du nerprun purgatif, jouit à peu près des mêmes réactions chimiques que la laque alumineuse du lo-kao; mais le jaune n'y est pas brillant : aussi dans l'industrie ne pourrait-elle servir que pour le fond ; quant au relief ainsi que l'a fait observer M. Michel qui, en suivant les procédés chinois décrits par le Père Helot, a obtenu les mêmes résultats qu'eux, on ne pourrait l'obtenir qu'avec un autre nerprun, le Pasi-Loza. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Influence de la période de refroidissement observée pendant le mois de décembre* 1859 *sur la température du sol à diverses profondeurs; par* **M. A. Pouriau.**

« La température de l'air pendant le mois de décembre 1859 ayant subi un abaissement extraordinaire, j'ai cru intéressant de comparer les résultats d'observations obtenus pendant ce mois à l'École impériale de la Saulsaie, avec ceux consignés dans mes registres depuis huit ans, et d'examiner quelle avait été l'influence de ce refroidissement extérieur sur la température du sol à diverses profondeurs.

» La période de refroidissement a duré dix jours, c'est-à-dire du 10 au 20 décembre, mais c'est surtout à partir du 15 que l'abaissement a toujours été en croissant, comme l'indiquent les températures *minima* suivantes :

| | |
|---|---|
| 15 décembre | 6,4 |
| 16 | 10,2 |
| 17 | 10,8 |
| 18 | 11,9 |
| 19 | 15,0 |
| 20 (matin) | 18,2 |
| 20 (10 heures soir) | 20,0 |

» C'est donc le 20 décembre à 10 heures du soir que le froid a atteint son maximum d'intensité, car le lendemain à 9 heures le thermomètre remontait à — 10, à 2 heures il marquait + 2°,6, et le dégel était commencé.

» Ce rapide dégel a été occasionné par un changement subit dans la direction du vent qui, après avoir été plein nord depuis le 11, a subitement tourné au sud-ouest à 6 heures du matin le 21, pour devenir plein sud le même jour à 6 heures du soir. Le minima — 20 est le froid le plus intense observé à la Saulsaie depuis huit ans, car jusqu'ici nous avions eu seulement :

— 16 le 13 janvier 1850,
— 15 le 30 décembre 1854,
— 15,1 le 21 janvier 1855.

» Il était intéressant de constater l'influence de cette température extrême sur le sol à diverses profondeurs, et voici les chiffres fournis par nos divers thermomètres :

TEMPÉRATURES DU SOL.

| Décembre. | A 2 mètres. | A $0^m,40$. | A $0^m,25$. |
|---|---|---|---|
| 10 | 10,74 | 3,4 | 2,4 |
| 13 | 10,45 | 2,2 | 1,2 |
| 15 | 10,33 | 1,8 | 0,8 |
| 17 | 10,00 | 1,5 | 0,4 |
| 20 | 9,52 | 1,0 | 0,2 |
| 22 | 9,26 | 0,9 | 0,0 |
| 23 | » | 0,8 | 0,1 |
| 24 | 8,71 | 1,0 | 0,0 |
| 25 | » | 1,3 | 0,2 |
| 26 | » | 3,2 | 3,4 |
| 27 | 8,15 | 3,8 | 3,4 |
| 28 | » | 3,7 | 3,1 |
| 29 | 7,18 | 3,9 | 3,5 |
| 30 | » | 4,4 | 4,3 |
| 31 | 7,64 | 5,2 | 5,2 |

» Des chiffres précédents il résulte :

» 1°. Que du 10 au 29 décembre, la température du sol à 2 mètres s'est abaissée de 3°,56 pour remonter ensuite de presque $\frac{1}{2}$ degré du 29 au 31;

» 2°. Que du 10 au 23, la température du sol à 40 centimètres s'est

abaissée de 2°,6, et celle à 25 centimètres de 2°,5, pour reprendre ensuite une marche ascensionnelle;

» 3°. Que la température minima observée à 40 centimètres a été de + 0,8 le 23, tandis qu'à 25 centimètres le thermomètre a marqué — 0,2 le 20 à 9 heures du matin.

» Bien que nos thermomètres souterrains soient construits par un habile artiste de Paris, vérifiés fréquemment, et que leurs indications méritent toute confiance, comme la température minima observée à 25 centimètres n'a été que de 2 dixièmes au-dessous de zéro, je me bornerai à tirer des résultats précédents la conclusion suivante :

» Pendant la période de refroidissement de décembre 1859, qui a duré dix jours et qui s'est traduite dans l'air par un minima de — 20 degrés, la gelée (température 0) a dû s'arrêter dans le sol à une profondeur très-voisine de 25 centimètres, puisque le thermomètre placé à 40 centimètres n'est pas descendu au-dessous de + 0,8. Il est certain que si la terre n'avait pas été recouverte d'une épaisse couche de neige, les effets du froid se seraient fait sentir à une profondeur plus considérable, et ils eussent été bien plus pernicieux pour les végétaux. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Note sur les étoffes fabriquées en Chine avec le fil du ver à soie de l'aylanthe, montrant l'utilité de cette nouvelle espèce pour notre agriculture et notre industrie; par* **M. F.-E. Guérin-Méneville.**

« Jusqu'à présent on n'avait établi la valeur de la soie produite par le ver de l'aylanthe que par analogie. En effet, en voyant que des cocons moins beaux, ceux du ver du ricin, donnaient une matière textile très-forte et susceptible d'être employée utilement dans notre industrie, on avait pensé que les cocons du vernis du Japon donneraient mieux, et l'on attendait le moment où nous aurions récolté assez de ces cocons pour faire des essais pratiques semblables à ceux qui ont été effectués avec les cocons du ricin. Ces prévisions sont dès aujourd'hui confirmées, grâce au zèle des Missionnaires piémontais qui viennent d'envoyer de Chine des tissus fabriqués dans ce pays avec la soie produite par le ver de l'aylanthe que l'on y élève depuis des siècles, en plein air et sur une grande échelle.

» Ayant appris de M. le professeur Baruffi que M. le chanoine Ortalda, directeur des Missions étrangères à Turin, allait organiser une exposition des produits de l'industrie chinoise envoyés par les Missionnaires, et qu'il y

aurait des soies de l'aylanthe, j'ai demandé quelques échantillons de ces dernières, et je viens de les recevoir avec la garantie donnée par M. Ortalda de leur authenticité. Ces échantillons, que je mets sous les yeux de l'Académie, montrent que la soie de l'aylanthe est en effet très-supérieure à celle du ricin et qu'elle sert, en Chine, à faire des étoffes qui approchent, pour la finesse et le lustre, de celles que l'on fabrique avec la soie du mûrier.

» Le n° 1 offre un tissu d'un bleu clair qui pourrait rivaliser avec nos plus jolies soieries européennes. Le n° 2 est une étoffe écrue qui semble être d'une très-grande force et d'un tissu très-serré. Le n° 3 est fabriqué avec de la bourre de soie ou filoselle, et ressemble assez à une fine toile écrue. Quant au n° 4, c'est une sorte de gaze ou de tissu analogue à celui que l'on fabrique en Europe pour les blutoirs. Il est d'une régularité remarquable, et ses fils, comme ceux des n$^{os}$ 1 et 2, semblent formés d'une soie continue ou grége très-belle.

» On voit par ces échantillons que les Chinois tirent un très-bon parti de cette matière textile, soit qu'ils la tissent à l'état de filoselle, soit qu'ils l'emploient en grége. S'ils font réellement de la soie grége avec ces cocons ouverts, ne peut-on pas espérer que nos habiles filateurs français arriveront au même résultat?

» Qu'il me soit permis d'ajouter, en terminant, que l'on peut aujourd'hui considérer le ver à soie de l'aylanthe (*Bombyx Cynthia vrai*) comme une nouvelle espèce animale dont la sérieuse acclimatation en France est un fait accompli. »

M. Wanner adresse une Note concernant une expérience qu'il a faite sur un animal vivant et de laquelle il croit pouvoir conclure qu'à l'état normal les artères contiennent, outre le sang, un fluide élastique.

(Renvoi à l'examen de M. Cl. Bernard qui jugera si cette Note est de nature à devenir l'objet d'un Rapport.)

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. É. D. B.

**BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.**

L'Académie a reçu dans la séance du 9 janvier 1860 les ouvrages dont voici les titres :

*Études sur les maladies actuelles du ver à soie; par* A. DE QUATREFAGES. Paris, 1859; 1 vol. in-4°.

*Éloge de M. É. Geoffroy-Saint-Hilaire, prononcé dans la séance publique annuelle du* 13 *décembre* 1859; *par* M. Frédéric DUBOIS (d'Amiens), secrétaire perpétuel de l'Académie impériale de Médecine. Paris, 1860; br. in-4°.

*Ministère de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics. Catalogue des brevets d'invention. Année* 1859; n$^{os}$ 1 à 8; 3 livr. in-8°.

*Études sur l'électricité;* t. III, livr. 1$^{re}$. *Traitement de l'épilepsie par l'électricité. Nouvelle méthode; par* C. BECKENSTEINER; in-8°.

*Annales Academici,* 1855-1856. Lugduni-Batavorum, 1859; in-4°.

*Catalogus craniorum diversarum gentium quæ collegit* J. VAN DER HOEVEN. Lugduni-Batavorum, 1860; br. in-8°. (Offert au nom de l'auteur par M. de Quatrefages.)

L'elettromagnetismo... *L'électro-magnétisme revendiqué pour Jean-Dominique Romagnosi et pour l'Italie, par* le professeur ZANTEDESCHI. Trente, 1859; br. in-8°.

Tables of... *Tables de Victoria calculées en tenant compte des perturbations produites par Jupiter et par Saturne; par* M. F. BRÜNNOW. New-York, 1859; in-4°.

Memoirs... *Mémoires appartenant au relevé géologique de l'Inde.* Vol. II, part. 1$^{re}$. Calcutta, 1859; in-8°.

Ontleedkundig... *Recherches sur l'anatomie du Potto de Bosman; par* M. VAN DER HOEVEN. Amsterdam, 1859; in-4°.

Schriften... *Publications de l'Université de Kiel pour l'année* 1858, V$^{e}$ vol. Kiel, 1859; in-4°.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 19 décembre 1859.)

Page 957, tableau 0,7, *au lieu de* 1,9757083388, *lisez* 0,9757083588.

Page 960, ligne 11, *au lieu de* $\frac{\mu''}{mr''}$, *lisez* $\frac{\mu''}{\mathrm{M}r''}$.

Page 962, ligne 12, *au lieu de* 2,0251784, *lisez* 2,0253808.

Page 962, tableau 0,3, *au lieu de* 1,01820581, *lisez* 1,01829581.

Page 966, ligne 4, *au lieu de* $\frac{n-1}{m}$, *lisez* $\frac{n-1}{n}$.